

2022
산업안전보건강조주간



중대재해 처벌법과 직업성 질병에 대한 호흡보호구 필요성

2022. 7.

인제대학교 보건안전공학과
한돈희 교수



산업안전보건법 VS 중대재해처벌법

구분	산업안전보건법	중대재해처벌법(중대산업재해)
의무주체	사업주(법인사업주+개인사업주)	개인사업주, 경영책임자 등
보호대상	근로자, 수급인의 근로자, 특수형태근로종사자	근로자, 노무제공자, 수급인, 수급인의 근로자 및 노무제공자
적용범위	전 사업장 적용 (다만, 안전보건관리체제는 50인 이상 적용)	5인 미만 사업장 적용 제외 (50인 미만 사업장은 3년 후 시행)
재해정의	<p>▶ 중대재해 : 산업재해 중</p> <p>① 사망자 1명 이상</p> <p>② 3개월 이상 요양이 필요한 부상자 동시 2명 이상</p> <p>③ 부상자 또는 직업성 질병자 동시 10명 이상</p> <p>* 산업재해 : 노무를 제공하는 자가 업무와 관계되는 건설물, 설비 등에 의하거나 작업 또는 업무로 인하여 사망·부상·질병</p>	<p>▶ 중대산업재해 : 산업안전보건법상 산업재해 중</p> <p>① 사망자 1명 이상</p> <p>② 동일한 사고로 6개월 이상 치료가 필요한 부상자 2명 이상</p> <p>③ 동일한 유해요인으로 급성중독 등 직업성질병자 1년 내 3명 이상</p> 



산업안전보건법 VS 중대재해처벌법

구 분	산업안전보건법	중대재해처벌법(중대산업재해)
의무내용	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업주의 안전조치 <ol style="list-style-type: none"> ① 프레스·공작기계 등 위험기계나 폭발성 물질 등 위험물질 사용 시 ② 굴착·발파 등 위험한 작업 시 ③ 추락하거나 붕괴할 우려가 있는 등 위험한 장소에서 작업 시 ▶ 사업주의 보건조치 <ol style="list-style-type: none"> ① 유해가스나 병원체 등 위험물질 ② 신체에 부담을 주는 등 위험한 작업 ③ 환기·청결 등 적정기준 유지 <p>→ 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 구체적으로 규정(680개 조문)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 개인사업주 또는 경영책임자등의 종사자에 대한 안전·보건 확보 의무 ① 안전보건관리체계의 구축 및 이행에 관한 조치 ② 재해 재발방지 대책의 수립 및 이행에 관한 조치 ③ 중앙행정기관 등이 관계 법령에 따라 시정 등을 명한 사항 이행에 관한 조치 ④ 안전·보건 관계 법령상 의무이행에 필요한 관리상의 조치 <p>→ ①·④의 구체적인 사항은 대통령령에 위임</p> 



산업안전보건법 VS 중대재해처벌법

구 분	산업안전보건법	중대재해처벌법(중대산업재해)
처벌수준	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자연인 <ul style="list-style-type: none"> 사망 7년 이하 징역 또는 1억원 이하 벌금 ▶ 안전·보건조치 위반 <ul style="list-style-type: none"> 5년 이하 징역 또는 5천만원 이하 벌금 ▶ 법인 <ul style="list-style-type: none"> 사망 10억원 이하 벌금 ▶ 안전·보건조치 위반 <ul style="list-style-type: none"> 5천만원 이하 벌금 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자연인 <ul style="list-style-type: none"> 사망 1년 이상 징역 또는 10억원 이하 벌금 (병과 가능) ▶ 부상·질병 <ul style="list-style-type: none"> 7년 이하 징역 또는 1억원 이하 벌금 ▶ 법인 <ul style="list-style-type: none"> 사망 50억원 이하 벌금 ▶ 부상·질병 <ul style="list-style-type: none"> 10억원 이하 벌금 

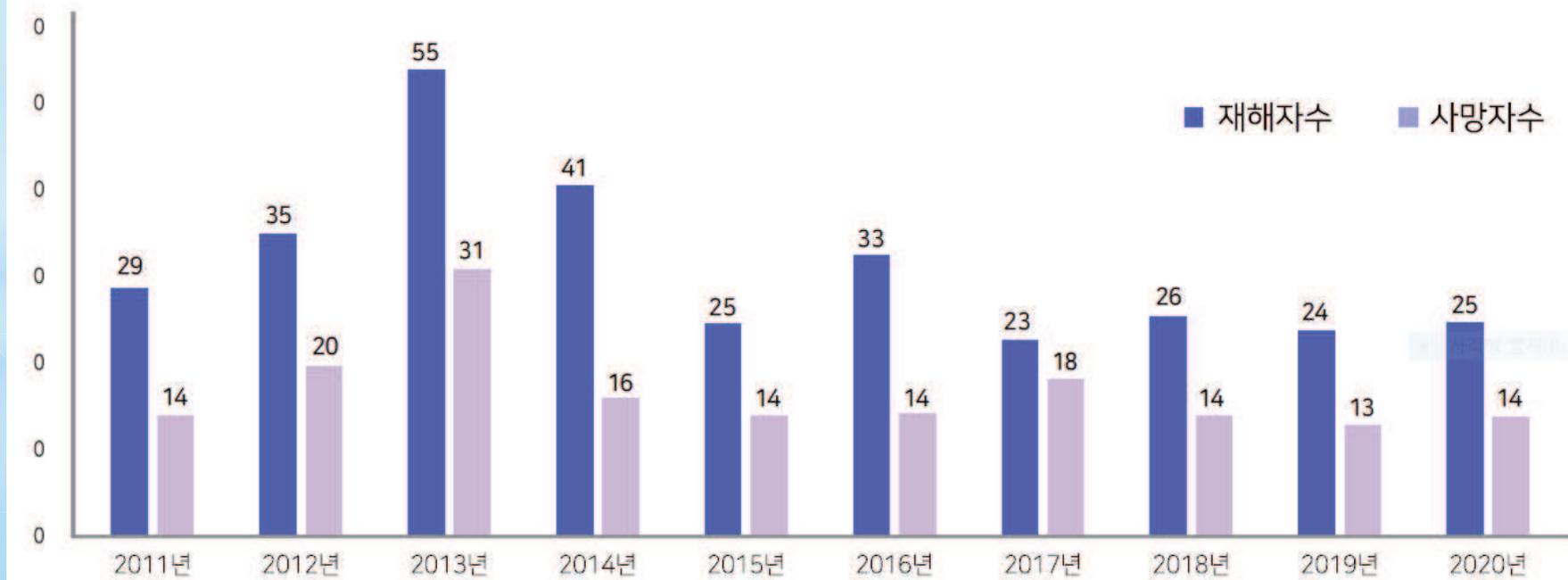


질식사망사고(공기호흡기 미사용?)

-밀폐공간 작업

(산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 18의 밀폐공간)

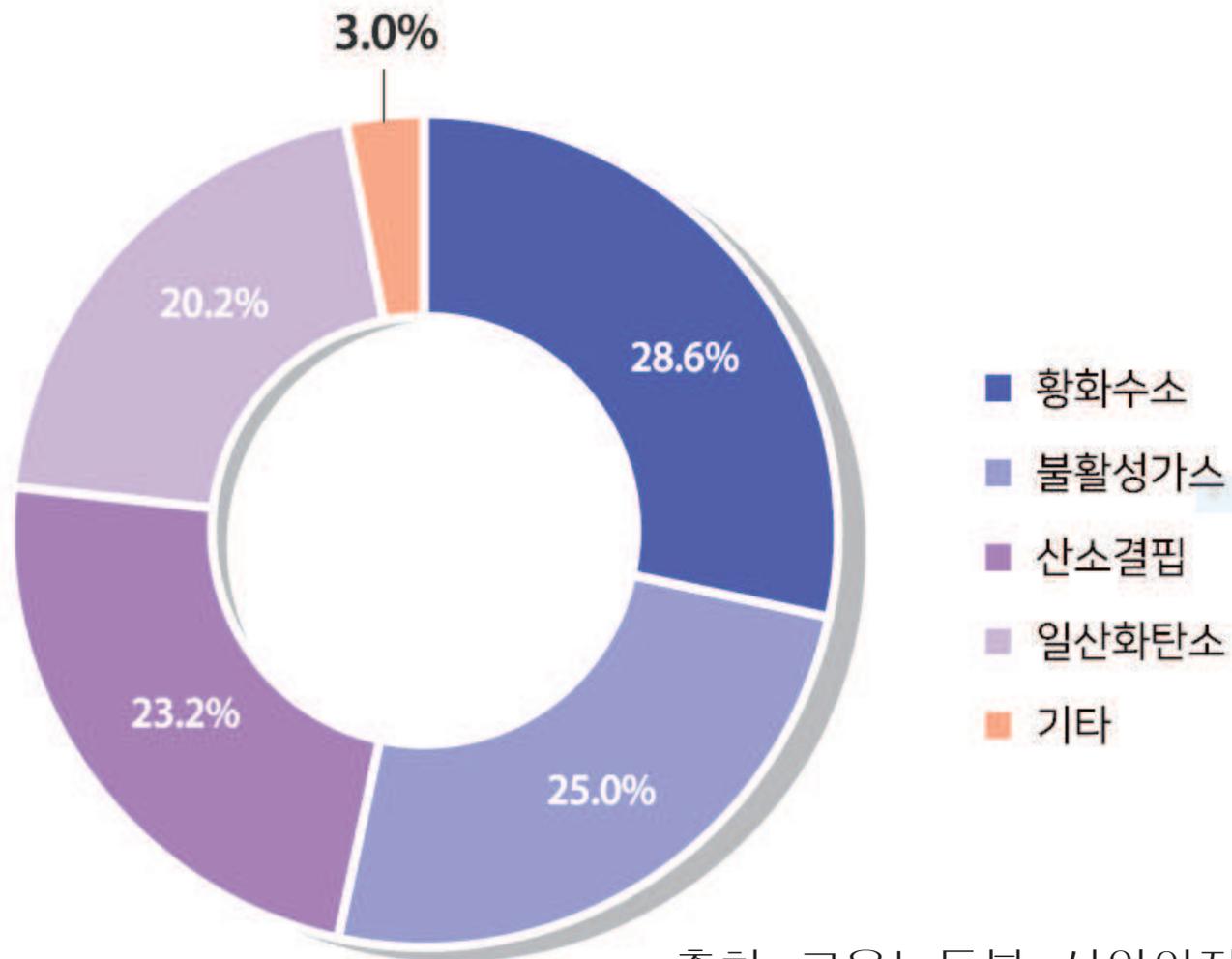
[최근 10년간(2011~2020) 연도별 질식재해 발생추이]



출처: 고용노동부, 산업안전보건공단



[최근 10년간(2011~2020년) 유해인자별 사망자수]



출처: 고용노동부, 산업안전보건공단



'21년도 유기화합물 급성 중독 사망자 추이

1. 업무상 질병 사망자: 1천252명('20년보다 72명(6.1%) 증가, 18년 만에 최고치
2. 유해물질 중독 사망자: 기타 화학물질 (전년 대비 11명 증가), 유기화합물 (4명 증가), 금속 및 중금속 (1명 증가)
3. 금속·중금속 중독 사망 5명, 유기화합물 중독 사망 13명, 기타 화학물질 중독 사망 50명으로 전년 대비 각각 25%, 44.4%, 28.2% 증가



창원 두성산업 트리클로로메탄 중독사고

- 에어컨 부품
- 구리관 세척공정 중 세척제로 트리클로로메탄(클로로포름) 사용
- 종사자 16명이 황달 등 급성간장 중독으로 판명
- 중대재해처벌법 시행 이후 처음으로 확인된 직업성 질병
- 원인:
 1. 국소배기장치 없음
 2. 화장실에 사용하는 환풍기로 전체 환기
 3. 방독마스크 미지급



사진 출처: 창원 연합뉴스



산업안전보건공단
KOSHA Alert
Feb 2022



화학물질 급성중독 발생경보
제2022-1호

세척제 취급과정 급성중독 발생경보

'22.2월 창원 소재 전자제품 부속품 생산 사업장에서 근로자 16명이 세척제에 함유된 **트리클로로에탄 (클로로포름)**에 노출되어 급성 독성간염 발생



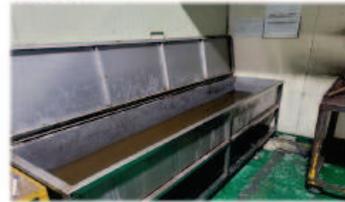
【 재해원인 】

■ 국소배기장치 미설치

○ 세척공정에 국소배기장치 미설치로 인해 세척조에서 발생한 유해물질에 근로자 노출

■ 방독마스크 미착용

○ 세척작업시 방독마스크 미착용으로 유해물질에 직접 노출



【 건강영향 】

■ 중추신경계 장애, 간·신장 손상 등

- 1) 중추신경계 : 중추신경계 억제, 고농도 노출시 무의식, 혼수 발생
- 2) 간담도계 : 간수치 상승, 황달, 간비대 등 간손상 발생하며, 심할 경우 사망유발 가능
- 3) 비뇨기계 : 신장 손상
- 4) 피부 : 피부건조, 충혈, 홍반, 수포형성 등

【 예방대책 】

각종 금속제품 세척제는 기본적으로 유해성이 강하므로 충분한 안전보건조치 후 사용하여야 합니다.

- 1) 유해성이 낮은 제품을 선정
- 2) 국소배기장치 설치 가동 및 방독 마스크 착용
- 3) 세척공정 격리



현재 동일한 세척제를 사용하고 있는 사업장을 확인, 조사 중에 있습니다.

물질안전보건자료(MSDS)를 확인하신 후 귀사에서 사용하고 계신 세척제가 **유성케미칼(경남 김해 소재)에서 제조한 세척제인 경우 가급적 사용을 중단하시고**

★ 세척작업을 해야 하는 경우 반드시 국소배기장치 가동 및 방독마스크 착용한 상태에서만 작업

취급 근로자들의 건강이상여부 있는지 특수건강진단기관을 통해 반드시 건강진단(트리클로로에탄 관련 간기능 검사)을 받으시기 바랍니다.

아울러, 귀 사업장에서 취급하는 세척제의 성분이 의심되는 경우, 안전보건공단(052-703-0651)으로 연락 주시면 성분 분석을 해 드립니다.

노출기준: 10 ppm

발암성 2, 생식독성 2

고용노동부		KOSHA 한국판뉴딜	
보고 일시	배포 즉시	배포 일시	2022. 3. 4.(금)
담당 부서 <총괄>	산업안전보건본부 산업보건기준과	책임자	과 장 김정연 (044-202-8870)
		담당자	서기관 김현아 (044-202-8872)

고용노동부, 트리클로로메탄에 의한 급성중독이 발생한 (주)대흥알앤티 조사 진행

□ 고용노동부(장관 안경덕)는 지난달 21일 경남 김해시에 소재한 (주)대흥 알앤티에서 세척 공정에 종사하는 근로자 3명이 급성 독성 간염 증상을 보인 데 대한 중간 조사 결과를 밝혔다.

* 자동차부품제조업, 근로자 수 736명

- 21일과 22일에 걸친 조사에서는 근로자들이 사용한 세척제 시료 채취, 물질안전보건자료(MSDS) 확보, 공기 중 유해물질 농도 및 국소배기장치 제어풍속 측정과 안전보건조치 이행실태를 확인했고,
- 22일에는 사업주로 하여금 세척작업을 중지토록(2.22. 17:00~) 권고하고, 유해인자에 노출됐을 가능성이 있는 근로자 총 94명에 대한 임시건강 진단 명령을 내렸다.

* 유사 세척제 사용 사업장에 직업병 경보(KOSHA-Alert) 발령, 한국산업안전보건공단

□ 임시건강진단 결과(3.2), 근로자 13명이 트리클로로메탄에 의한 독성 간염으로 직업성 질병 진단을 받았고, 이에 3일 「산업안전보건법」 제53조에 따라 고용노동부가 세척작업 중지 명령을 내린 것으로 밝혀졌다.

- (주)대흥알앤티는 지난달 급성 독성 간염 재해가 발생한 두성산업(주)에서 사용한 세척제 제조회사인 유○케미칼에서 제조한 세척제(트리클로로메탄 포함)를 납품받은 것으로 조사됐으며,



중대재해 처벌 등에 관한 법률 시행령 [별표 1] 직업성 질병(제2조 관련)

1. **염화비닐 · 유기주석 · 메틸브로마이드(bromomethane) · 일산화탄소**에 노출되어 발생한 중추신경계장애 등의 급성중독
2. **납이나 그 화합물**(유기납은 제외한다)에 노출되어 발생한 **납 창백(蒼白)**, 복부산통(産痛), 관절통 등의 급성중독
3. **수은이나 그 화합물**에 노출되어 발생한 급성중독
4. **크롬이나 그 화합물**에 노출되어 발생한 세뇨관 기능 손상, 급성 세뇨관 괴사, 급성신부전 등의 급성중독
5. **벤젠**에 노출되어 발생한 경련, 급성 기질성 뇌증후군, 혼수상태 등의 급성중독
6. **톨루엔(toluene) · 크실렌(xylene) · 스티렌(styrene) · 시클로헥산(cyclohexane) · 노말헥산(n-hexane) · 트리클로로에틸렌(trichloroethylene)** 등 유기화합물에 노출되어 발생한 의식장애, 경련, 급성 기질성 뇌증후군, 부정맥 등의 급성중독
7. **이산화질소**에 노출되어 발생한 메트헤모글로빈혈증(methemoglobinemia), 청색증(靑色症) 등의 급성중독
8. **황화수소**에 노출되어 발생한 의식 소실(消失), 무호흡, 폐부종, 후각신경마비 등의 급성중독



9. 시안화수소나 그 화합물에 노출되어 발생한 급성중독
10. 불화수소·불산에 노출되어 발생한 화학적 화상, 청색증, 폐수종, 부정맥 등의 급성중독
11. 인(백린(白燐), 황린(黃燐) 등 금지물질에 해당하는 동소체(同素體)로 한정한다)이나 그 화합물에 노출되어 발생한 급성중독
12. 카드뮴이나 그 화합물에 노출되어 발생한 급성중독
13. 다음 각 목의 화학적 인자에 노출되어 발생한 급성중독
 - 가. 「산업안전보건법」 제125조제1항에 따른 **작업환경측정 대상 유해인자 중 화학적 인자**
 - 나. 「산업안전보건법」 제130조제1항제1호에 따른 **특수건강진단 대상 유해인자 중 화학적 인자**
14. 디이소시아네이트(diisocyanate), 염소, 염화수소 또는 염산에 노출되어 발생한 반응성 기도과민증후군
15. **트리클로로에틸렌**에 노출(해당 물질에 노출되는 업무에 종사하지 않게 된 후 3개월이 지난 경우는 제외한다)되어 발생한 스티븐스존슨 증후군(stevens-johnson syndrome). 다만, 약물, 감염, 후천성면역결핍증, 악성 종양 등 다른 원인으로 발생한 스티븐스존슨 증후군은 제외한다.



16. **트리클로로에틸렌 또는 디메틸포름아미드(dimethylformamide)**에 노출(해당 물질에 노출되는 업무에 종사하지 않게 된 후 3개월이 지난 경우는 제외한다)되어 발생한 독성 간염. 다만, 약물, 알코올, 과체중, 당뇨병 등 다른 원인으로 발생하거나 다른 질병이 원인이 되어 발생한 간염은 제외한다.
17. **보건의료 종사자에게 발생한 B형 간염, C형 간염, 매독 또는 후천성면역결핍증의 혈액전파성 질병**
18. 근로자에게 건강장해를 일으킬 수 있는 습한 상태에서 하는 작업으로 발생한 **렙토스피라증(leptospirosis)**
19. 동물이나 그 사체, 짐승의 털·가죽, 그 밖의 동물성 물체를 취급하여 발생한 **탄저, 단독(erysipelas) 또는 브루셀라증(brucellosis)**
20. 오염된 냉각수로 발생한 **레지오넬라증(legionellosis)**
21. 고기압 또는 저기압에 노출되거나 중추신경계 산소 독성으로 발생한 건강장해, **감압병(잠수병) 또는 공기색전증**(기포가 동맥이나 정맥을 따라 순환하다가 혈관을 막는 것)
22. 공기 중 산소농도가 부족한 장소에서 발생한 **산소결핍증**
23. 전리방사선(물질을 통과할 때 이온화를 일으키는 방사선)에 노출되어 발생한 **급성 방사선증 또는 무형성 빈혈**
24. 고열작업 또는 폭염에 노출되는 장소에서 하는 작업으로 발생한 심부체온상승을 동반하는 **열사병**



호흡보호구의 지급

산업안전보건기준에 관한 규칙

제450조(호흡용 보호구의 지급 등)

- ① ---- 해당 근로자에게 **송기마스크**를 지급하여 착용하도록 하여야 한다.
 1. ----
 2. ----
- ② -----근로자에게 **송기마스크나 방독마스크**를 지급하여 착용하도록 하여야 한다.
 1. -----
 2. -----
 3. -----
- ③ ----**송기마스크**를 지급하여야 한다.
- ④ 사업주는 금속류, 산·알칼리류, 가스상태 물질류 등을 취급하는 작업장에서 근로자의 건강장해 예방에 **적절한 호흡용 보호구**를 근로자에게 지급하여 **필요 시** 착용하도록 하고, 호흡용 보호구를 **공동으로 사용하여 근로자에게 질병이 감염될 우려가 있는 경우**에는 **개인 전용**의 것을 지급하여야 한다.



적절한 호흡보호구?

문제점 1:

산업현장의 보건관리자 혹은 안전관리자
“적절한 호흡보호구” 를 잘 모름

Ex) 아크용접: 용접흄+오존 → 방진방독겸용 마스크 필요
질산 생산업체: 산 가스용 방독마스크? NO
→ 송기마스크

용접작업에 필요한
방진방독 겸용마스크 필터





적절한 호흡보호구?

문제점 2:

산업현장의 보건관리자 혹은 안전관리자

“Source of Information” 조차 모름

주요 이유:

- 1> 대학의 안전보건관련 학과에서 호흡보호구 강의 거의 없음
 - 미국 University of Cincinnati 대학원 강의
- 2> 국내 법에서 구체적인 호흡보호구 관련 법 없음
 - 미국 29CFR 1910.134 “Respiratory Protection”



Source of Information(1)

KOSHA GUIDE

H - 82 - 2020

호흡보호구의 선정·사용 및
관리에 관한 지침

2020. 10.

한국산업안전보건공단



Source of Information(2)

유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정

[시행 2017.12.1] [화학물질안전원고시 제2017-7호, 2017.12.1, 일부개정]



화학물질안전원(연구개발교육과) 042-605-7080

제1조(목적) 이 규정은 「화학물질관리법」(이하 "법"이라 한다) 제14조에 따라 유해화학물질 취급자가 착용하여야 하는 개인보호장구(이하 "보호장구"라 한다)의 구체적 종류 및 기준 등에 관한 사항을 정하여, 화학사고 발생 시 고농도 급성노출에 따른 취급자의 생명보호 및 즉각 대응으로 인한 2차 피해 예방을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "유해화학물질"이라 함은 유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질을 말한다.
2. "유해화학물질 취급자"라 함은 유해화학물질을 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용하는 자를 말한다.
3. "호흡보호구"라 함은 유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 등을 흡입함으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구를 말한다.
4. "보호복"이라 함은 유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 혹은 액상물질 등이 피부에 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구를 말한다.
5. "안전장갑"이라 함은 유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 혹은 액상물질 등이 손에 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구를 말한다.

제3조(적용범위) 본 규정에서 정하는 사항 이외의 유해화학물질 취급자가 착용하여야 하는 개인보호장구의 종류 및 기준 등에 대해서는 「산업안전보건법」과 같은 법 시행령, 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 및 「보호구 안전인증 고시」 등 관련규정을 따른다.

제4조(사고대비물질 취급자의 보호장구 착용) ① 사고대비물질 취급자가 착용하여야 하는 호흡보호구, 보호복 및 안전장갑은 별표 1과 같다.
② 제1항에도 불구하고, 사업장의 작업상황을 구분하여 호흡보호구를 착용하는 경우 착용하여야 하는 호흡보호구는 별표 2와 같다.
③ 보호장구 성능기준은 「보호구 안전인증 고시」를 충족하여야 한다.

제5조(사고대비물질 이외의 유해화학물질 취급자의 보호장구 착용) 사고대비물질 이외의 유해화학물질 취급자는 「보호구 안전인증 고시」의 성능기준에 맞는 호흡보호구, 보호복 및 안전장갑을 착용하여야 한다.

2022
산업안전보건강조주간



*경청해 주시어 감사합니다.

KSRRP 학회 2022.07.04, 킨텍스, 2022년 안전보건강조주간

호흡보호구의 밀착 효과 향상을 위한 한국형 밀착도 검사 패널 개발

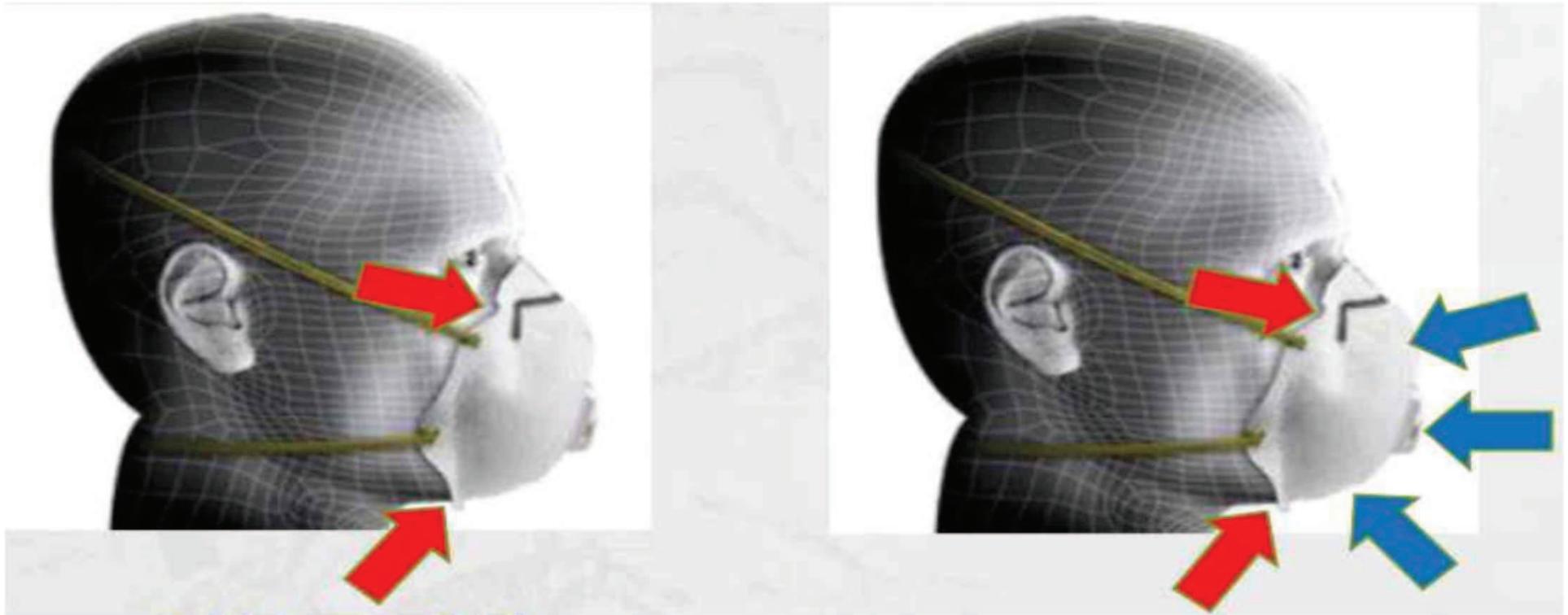
박정근, 김세동, 이은지, 이영석

산업안전보건연구원

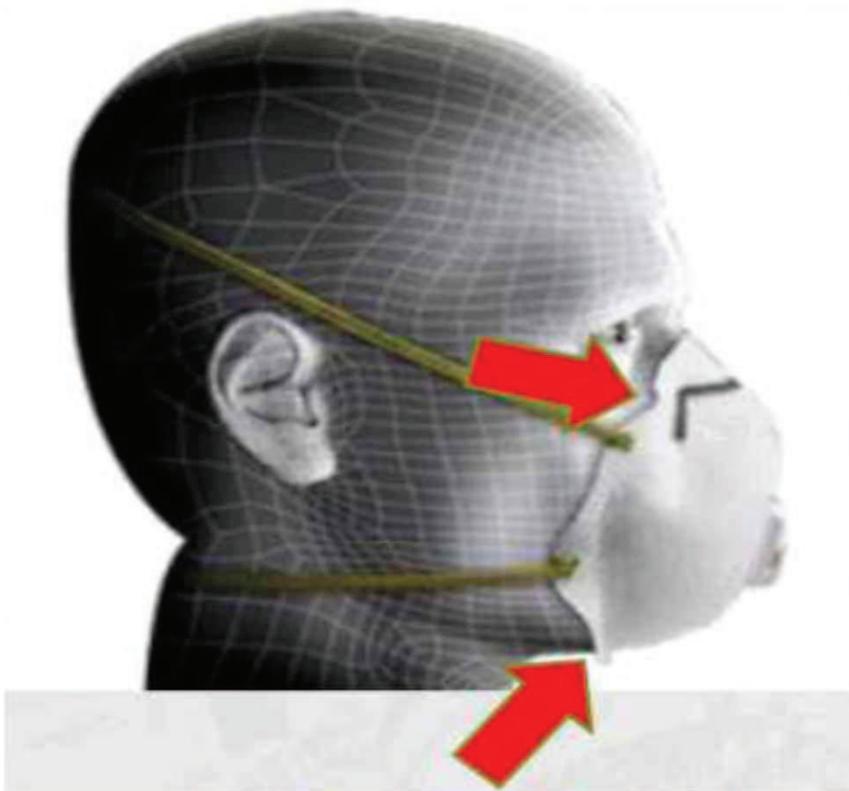
목차

- ◆ 배경
- ◆ 목적
- ◆ 연구방법
- ◆ 결과 및 고찰
- ◆ 요약

밀착 성능: 밀착도 검사 vs. 총누출률 검사



밀착도 검사



밀착도 검사 패널(Fit test panel)

- ◆ 밀착 성능(Fit performance)
- ◆ 밀착도 검사 관련 연구
 - 한돈희 등(2017), 피영규 등(2019), 서혜경 등(2020), 어원석 및 신창섭(2020)
- ◆ 얼굴의 형태 및 사이즈, 밀착도 검사 패널 관련 연구
 - 한돈희(1999), 김강윤 등(2003), Seo et al.(2020), 박정근 등(2021)
- ◆ 국가적 밀착도 검사 패널의 개발 연구 및 필요성 증가
 - Zhuang et al.(2007), Chen et al(2009), 박정근 등(2021)

목적

호흡보호구 사용 노동인구의 3D얼굴사이즈 DB 구축을 통해 개발된
한국형 밀착도 검사 패널에 관한 정보를 공유하고자 함

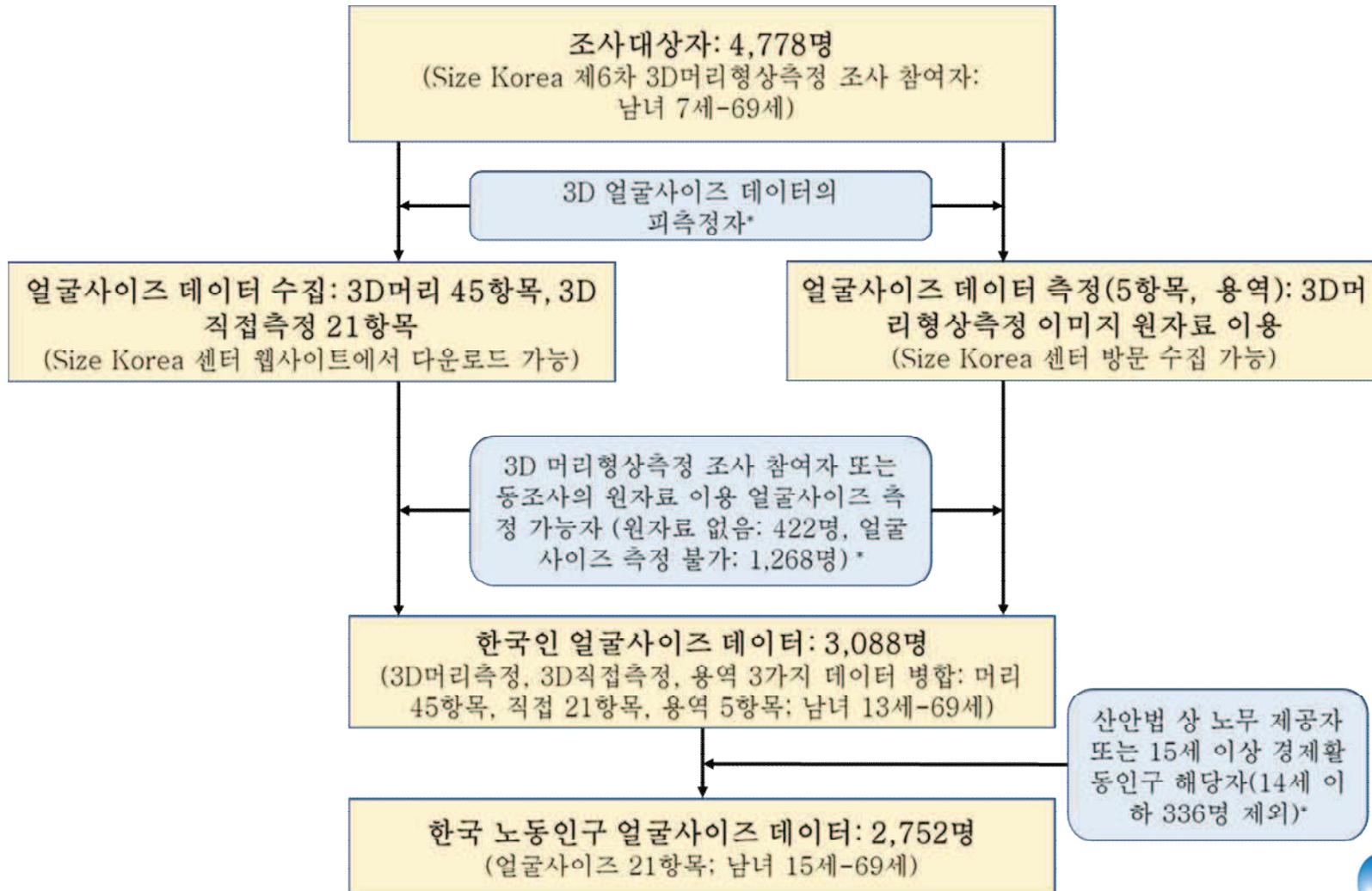
연구방법: 내용 및 범위

- ◆국내·외 호흡보호구의 표준사이즈 관련 법규, 표준 및 지침 파악
- ◆호흡보호구 종류별 형태 및 사이즈 실태 파악
- ◆호흡보호구 사용 노동인구의 3D얼굴사이즈 DB 구축을 위한 예비조사
- ◆호흡보호구 밀착도 검사 패널 개발
- ◆호흡보호구 선정을 위한 얼굴 형태 및 사이즈 기준 제정의 근거자료 마련

연구방법: 방법

- ◆국내 · 외 호흡보호구 관련 법규, 표준 및 가이드라인 조사
- ◆호흡보호구 형태 및 사이즈 유형 등 조사
 - 밀착도검사 제도 대상 호흡보호구 중심
- ◆국민 인체치수조사 자료(Size Korea DB) 조사
 - 3D얼굴사이즈 DB 중심 자료 검토 및 통계분석
- ◆일부 3D얼굴사이즈 항목 측정: 과업용역 추진
 - 얼굴너비(Bizygomatic breadth) 등 5개 항목(4,778명) 대상
- ◆3D얼굴사이즈 DB 구축 및 호흡보호구 밀착도 검사 패널 개발
 - 한국 노동인구의 3D얼굴사이즈 DB 구축
 - 한국형 호흡보호구 밀착도 검사 패널 개발
- ◆호흡보호구 선정 관련 얼굴사이즈 기준의 개선 방향 제시

연구방법 절차

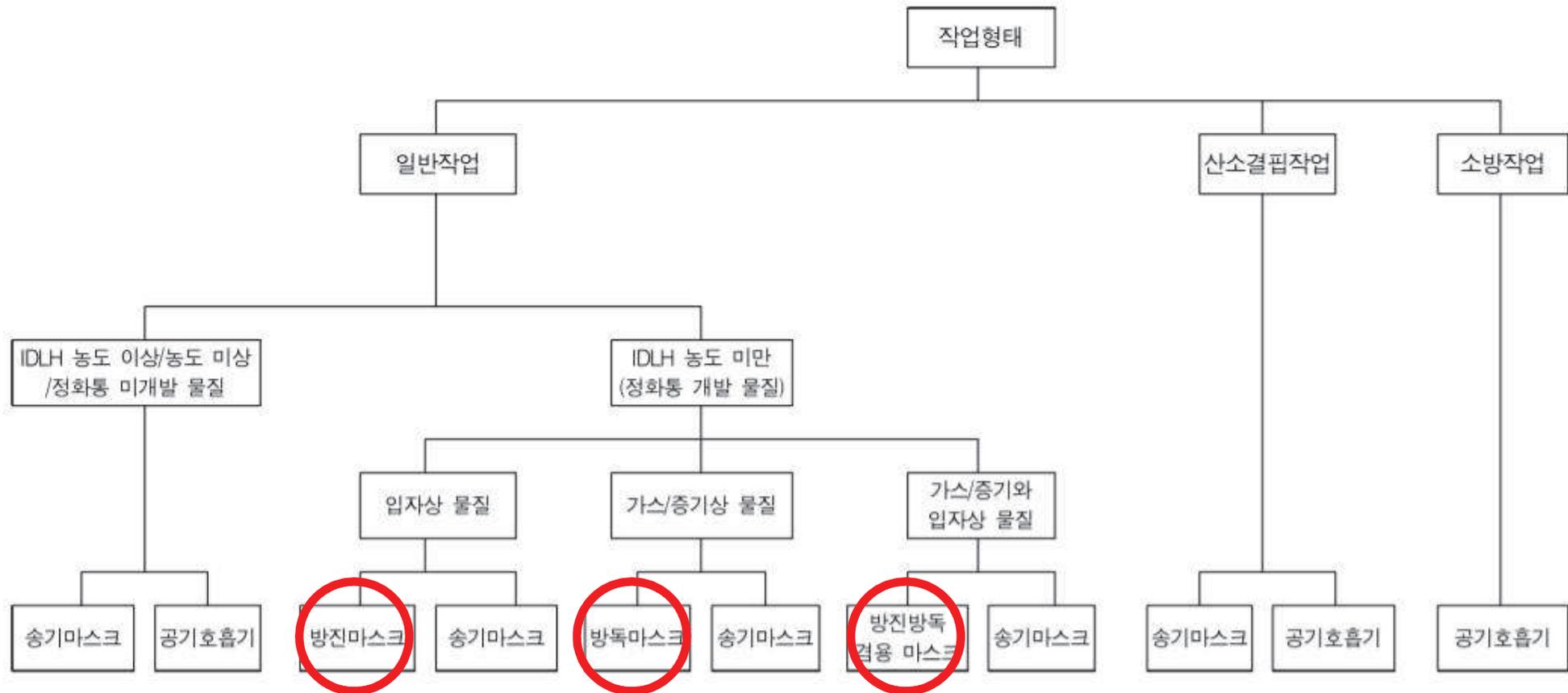


연구결과: 호흡보호 규정

- ◆ 호흡보호구의 선정, 사용 또는 관리
 - 산업안전보건법 제18조(보건관리자) 및 시행령 제22조(보건관리자의 업무 등)
 - 안전보건규칙
 - ✓ 제32조(보호구의 지급 등)
 - ✓ 제450조(호흡용 보호구의 지급 등)
 - ✓ 제469조(방독마스크의 지급 등)
 - ✓ 제491조(개인보호구의 지급 착용)
 - ✓ 제511조(호흡용보호구)
 - ✓ 제587조(보호구의 지급 등)
 - ✓ 제600조(개인보호구의 지급 등)
 - ✓ 제601조(예방조치)
 - ✓ 제616조(호흡기보호 프로그램 시행 등)
 - ✓ 제617조(호흡용 보호구의 지급 등)
 - ✓ 제643조(구출 시 공기호흡기 또는 송기마스크의 사용)
 - ✓ 제644조(보호구의 지급 등)
 - ✓ 제654조(보호구의 지급 등)

- ◆ 호흡보호구의 안전인증
 - 산업안전보건법 제83조(안전인증기준) 및 시행령 제74조(안전인증 대상기계 등)

호흡보호구 종류

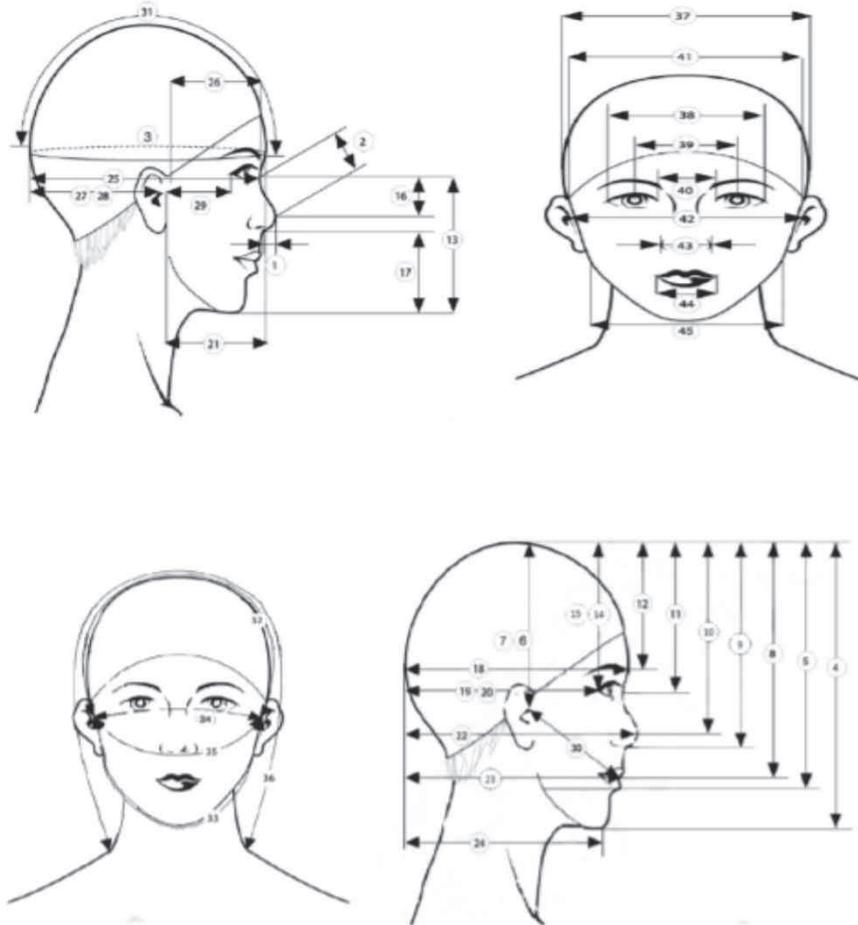


Source: KOSHA(2020)

얼굴사이즈 DB 구축: 연구대상자 일반사항

변수		연구대상자(%)	비고
성	남자	1,456(52.9)	
	여자	1,296(47.1)	
나이	15-29세	1,135(41.2)	남56.7%, 여43.4%
	30-44세	599(21.8)	남50.3%, 여49.7%
	45-69세	1,018(37.0)	남50.3%, 여49.7%
조사연도	2010년	846(30.7)	나이: 20-39
	2012년	1,213(44.1)	나이: 40-69
	2013년	693(25.2)	나이: 15-18
조사지역	수도권	2,752(100.0)	

Size Korea 3D머리사이즈 DB: 얼굴수직길이



출처: Size Korea 제6차 보고서(2010)

한국 노동인구의 얼굴사이즈 DB* 일부 예시(N=2,752)

ID_3D얼굴한 국노동인구	ID_30얼 굴6차사 이즈코리 아	성	나이	거주지	조사 연도	조사 참여 복합	조사자	아래 턱사 이너 비	귀구슬 사이턱 끝호걸이	귀구슬 사이머 리마루 호걸이	귀구슬 이마해 호걸이	귀구슬 사이코 밑호걸이	얼굴너 비	머리너 비	머리둘 레	눈살뒤 통수통 술수평 걸이 (머리루 계)	눈동 자사 이너 비	입너 비	최대이 마해너 비	코뿌리 턱끝수 직걸이 (얼굴 수직걸이)	최소이 마해너 비	눈구 석사 이너 비	목둘레	코너 비	코늘 이	코걸이	키	몸무 게
ID_3DKLP20 21	ID_306th sizekore a	Gen der	Age	Survey location	Year	Cloth ing	Survey or	Bigoni al_bre adth (Jaw_ width)	Bitragi on_chi n.arc	Bitragi on_cor onal_ar c.head	Bitragi on_fro ntal_ar c	Bitragi on_sub nasale_ arc	Biogy matic_ breadt h (Face_ width)	Head_b readth	Head_c ircumf erence_ _head	Head_le ngth	Interp upillar y_dist ance	Lip_le ngth	Maxim um_fro ntal_br eadth	Mento n_selli on_len gth (Face_ length)	Minimu m_fron tal_bre adth	Nasal _root_ _brea dth	Neck_ circum ferenc e	Nose_ breadt h	Nose_ _prot rusio n	Subna sale_s ellion_ _lengt h (Nose lenet	Stature (Height)	Weight (Body_ _mass)
3dkif_0001	6_0001	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	138.9		380.6	322.1		143.1	184.2	624.1	205.2	70.0	51.8	116.9	124.9	111.4	40.6	420.0	33.4		55.0	1728.0	62.4
3dkif_0002	6_0002	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	126.0		366.1	314.4		133.7	178.5	574.3	197.2	72.7	45.1	113.1	115.8	109.4	45.2	377.0	35.5		53.5	1666.0	50.8
3dkif_0003	6_0003	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	141.3		366.5	322.5		143.2	176.1	630.3	214.6	72.4	55.9	113.0	113.8	108.8	46.0	492.0	32.5		56.1	1751.0	92.2
3dkif_0004	6_0005	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	137.3		405.6	319.2		146.4	176.4	608.3	205.1	74.9	49.0	127.2	112.7	121.2	43.5	455.0	37.4		54.1	1716.0	68.2
3dkif_0005	6_0006	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	135.3		389.4	302.0		144.1	174.6	607.2	199.4	76.9	50.8	117.6	110.4	113.4	45.1	382.0	35.5		56.2	1733.0	71.8
3dkif_0006	6_0007	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	136.0		373.3	316.8		138.6	179.4	599.9	194.7	65.5	44.4	113.6	121.1	109.2	39.9	378.0	32.9		48.0	1674.0	58.2
3dkif_0007	6_0008	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	142.1		407.5	318.1		143.4	179.6	622.3	208.6	77.9	54.4	121.0	113.3	117.8	51.1	413.0	36.5		55.9	1747.0	67.9
3dkif_0008	6_0009	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	144.1		435.2	331.6		148.4	183.1	612.8	200.8	74.3	39.4	123.3	122.1	117.5	44.9	377.0	37.4		62.0	1793.0	73.5
3dkif_0009	6_0010	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	141.3		377.0	308.1		138.9	176.6	625.3	213.8	78.5	43.5	118.9	110.5	113.3	47.3	441.0	38.7		51.6	1721.0	88.5
3dkif_0010	6_0011	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	135.3		370.2	298.1		145.1	186.3	635.9	206.4	75.0	41.8	114.7	116.8	116.8	47.1		37.7		56.1	1705.0	63.8
3dkif_0011	6_0012	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	130.5		374.8	303.4		138.5	177.0	609.9	198.6	78.8	49.4	113.0	111.8	109.1	51.9		36.1		54.5	1792.0	60.6
3dkif_0012	6_0013	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	144.6		370.5	314.7		144.3	172.9	613.9	204.0	80.8	47.0	119.5	117.3	115.1	53.9	400.0	37.5		56.7	1706.0	67.3
3dkif_0013	6_0014	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	134.9		358.9	303.1		138.2	180.4	649.9	192.9	69.7	42.0	117.8	113.9	111.7	45.2	380.0	33.5		48.2	1719.0	70.1
3dkif_0014	6_0016	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	146.8		389.0	327.0		141.3	182.3	623.4	193.1	75.1	47.9	116.3	111.2	112.5	46.2	380.0	37.9		53.4	1665.0	68.7
3dkif_0015	6_0017	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	121.6		325.0	307.4		133.7	171.1	600.3	206.6	72.4	34.5	112.1	120.9	108.2	48.9	377.0	35.1		50.1	1721.0	52.5

*DB 항목: ISO/TS16976-2; DB 형식: KS A ISO15535

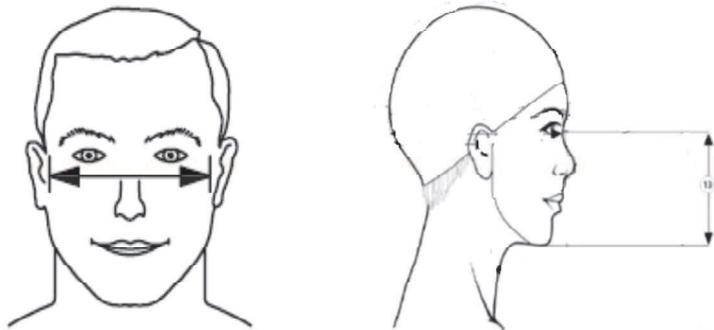
한국 노동인구의 얼굴사이즈 DB* 일부 예시(N=2,752)

ID_3D얼굴한국노동인구	ID_3D얼굴6차사이즈코리아	성	나이	거주지	조사연도	조사참여복장	조사자	아래턱사이너비	귀구슬사이턱끝호길이	귀구슬사이머리마루호길이	귀구슬이마뼈호길이	귀구슬사이코밀호길이	얼굴너비
ID_3DKLF2021	ID_3D6thsizekorea	Gender	Age	Survey location	Year	Clothing	Surveyor	Bigonialbreadth (Jaw_width)	Bitragion_chin_arc	Bitragion_coronal_arc_head	Bitragion_frontal_arc	Bitragion_subnasal_arc	Bizygomaticbreadth (Face_width)
3dklf_0001	6_0001	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	138.9		380.6	322.1		143.1
3dklf_0002	6_0002	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	126.0		366.1	314.4		133.7
3dklf_0003	6_0003	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	141.3		366.5	322.5		143.2
3dklf_0004	6_0005	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	137.3		405.6	319.2		146.4
3dklf_0005	6_0006	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	135.3		389.4	302.0		144.1
3dklf_0006	6_0007	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	136.0		373.3	316.8		138.6
3dklf_0007	6_0008	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	142.1		407.5	318.1		143.4
3dklf_0008	6_0009	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	144.1		435.2	331.6		148.4
3dklf_0009	6_0010	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	141.3		377.0	308.1		138.9
3dklf_0010	6_0011	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	135.3		370.2	298.1		145.1
3dklf_0011	6_0012	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	130.5		374.8	303.4		138.5
3dklf_0012	6_0013	남	17	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	144.6		370.5	314.7		144.3
3dklf_0013	6_0014	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	134.9		358.9	303.1		138.2
3dklf_0014	6_0016	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	146.8		389.0	327.0		141.3
3dklf_0015	6_0017	남	16	Korea/ Capital area	2013	2	KRISS	121.6		325.0	307.4		133.7

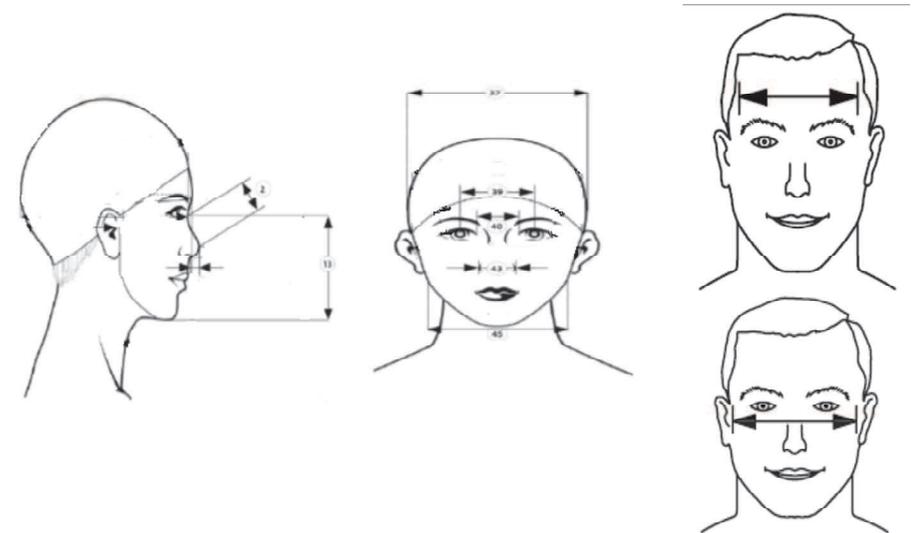
*DB 항목: ISO/TS16976-2; DB 형식: KS A ISO15535

검사 패널(Test panel) 개발

이변량 패널(2가지 변수)



주성분분석 패널(10가지 변수)



얼굴사이즈 DB 구축: 항목과 정의

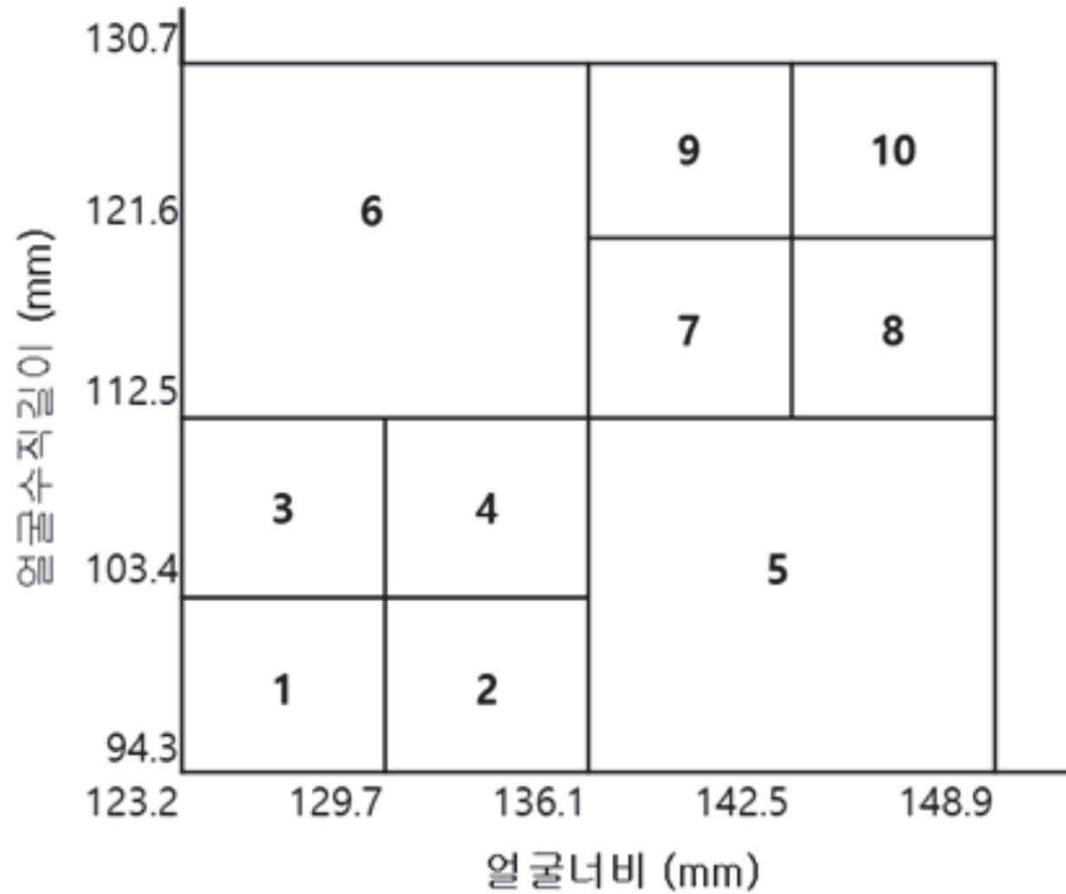
연번	얼굴사이즈 항목	
1	아래턱사이너비	Bigonial breadth (Jaw width)
2	귀구슬사이턱끝호길이	Bitracion chin arc
3	귀구슬사이머리위길이	Bitracion coronal arc
4	귀구슬사이이마호길이	Bitracion frontal arc
5	귀구슬사이코밑호길이	Bitracion subnasale arc
6	얼굴너비	Bizygomatic breadth (Face width)
7	머리너비	Head breadth
8	머리둘레	Head circumference
9	머리두께	Head length
10	눈동자사이너비	Interpuillary distance
11	입너비	Lip length (Mouth width)

연번	얼굴사이즈 항목	
12	최대이마뼈너비	Maximum frontal breadth
13	얼굴수직길이	Menton-sellion length (Face length)
14	최소이마뼈너비	Minimum frontal breadth
15	눈구석사이너비	Nasal root breadth
16	목둘레	Neck circumference
17	코너비	Nose breadth
18	코높이	Nose protrusion
19	코길이	Subnasale-sellion length (Nose length)
20	키	Stature (Height)
21	몸무게	Weight (Body mass)

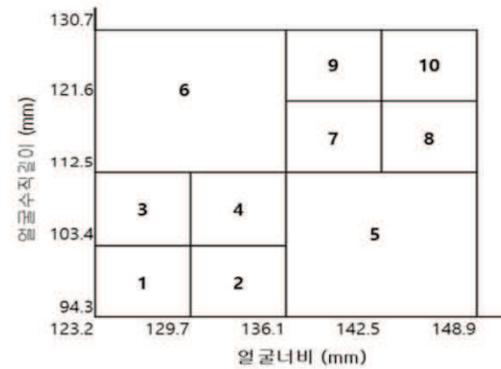
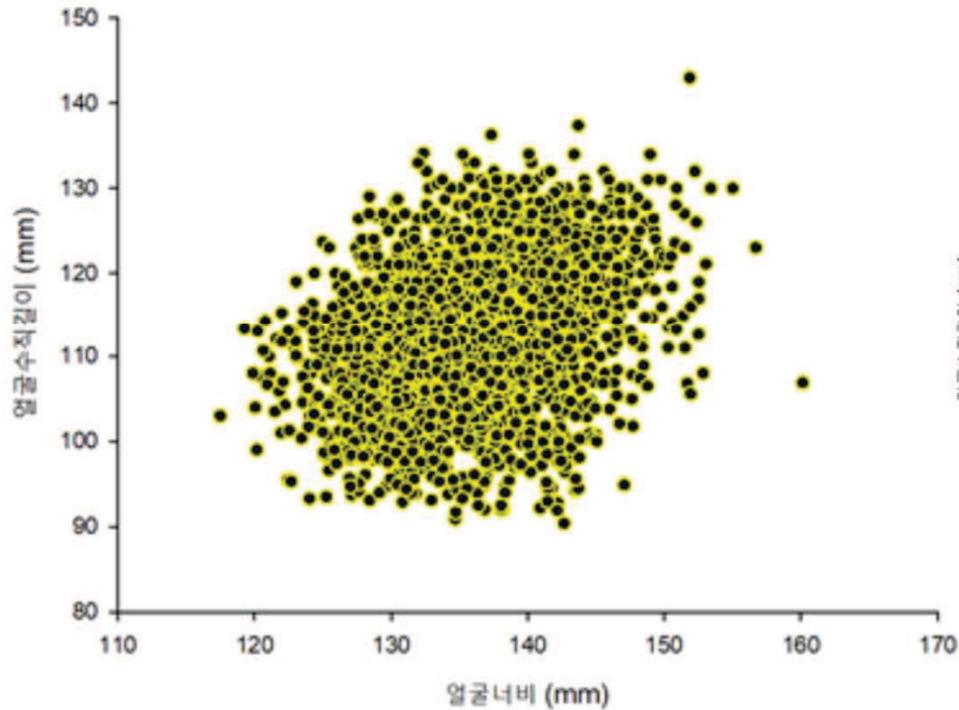
한국 노동인구의 남녀 얼굴사이즈 특징(N=2,752명)

얼굴사이즈		참여자수	평균, mm	표준편차	최소값, mm	최대값, mm	백분위수, mm		
							5th	50th	95 th
얼굴너비	전체	2752	135.2	5.8	117.5	160.1	126.6	135.5	145.5
	남	1456	137.6	5.7	119	160	128	138	147
	여	1296	133.2	5.0	117	153	125	133	142
얼굴수직 길이	전체	2731	112.5	8.2	90.4	143.0	98.9	112.6	127.0
	남	1441	116.6	7.0	96	143	105	117	128
	여	1290	107.8	6.8	90	131	96	108	119

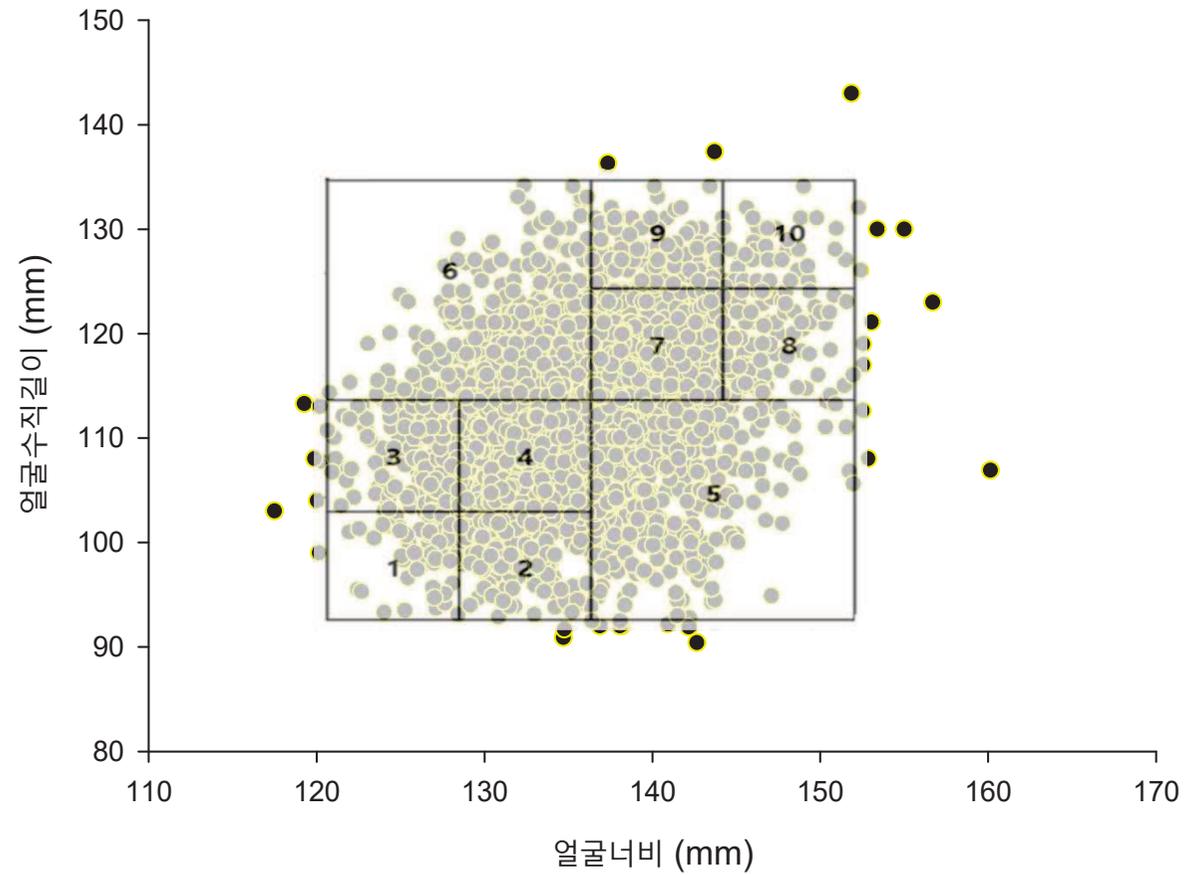
이변량 패널(Bivariate panel) 개발(N=2,731)



이변량 패널: 얼굴너비 vs 얼굴수직길이 산포도 (N=2,731)



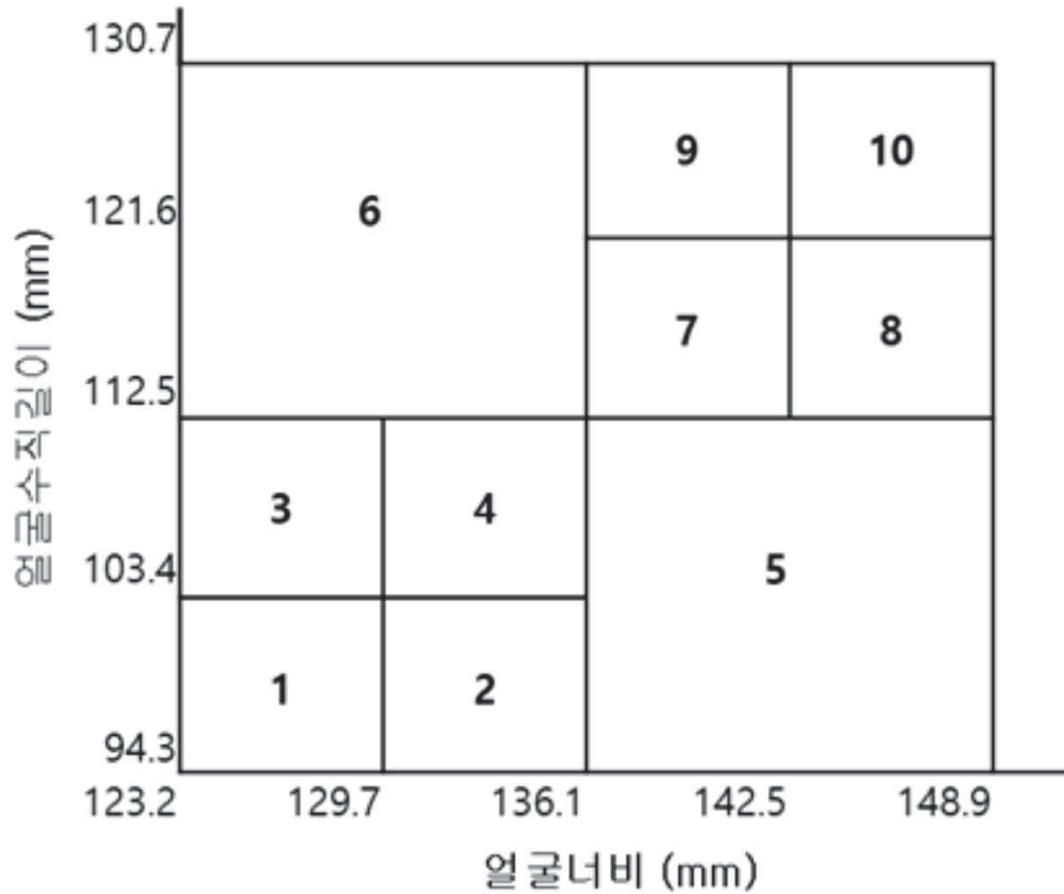
이변량 산포도 및 검사 패널(N=2,731)



이변량 패널의 인구분포(N= 2,731) 및 25명 밀착도 검사 대상자 수

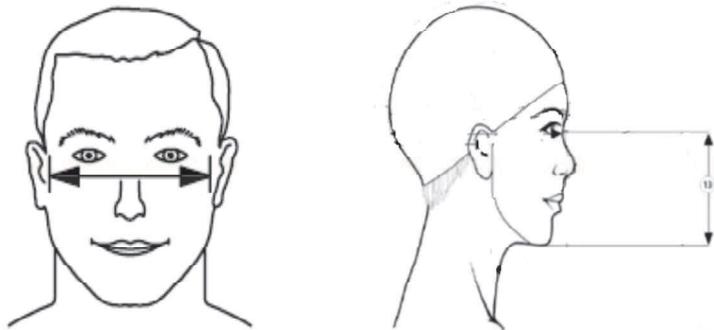
구역	인구분포(%)			25명 밀착도 검사 대상자(명)		
	남	여	전체	남	여	전체
1	0.7	6.0	3.2		2	2
2	1.0	11.1	5.8	1	1	2
3	2.4	10.9	6.4	1	1	2
4	9.4	25.4	16.9	1	2	3
5	12.7	18.2	15.3	1	2	3
6	25.2	16.2	20.9	2	2	4
7	21.7	6.2	14.4	1	2	3
8	6.7	0.5	3.8	1	1	2
9	9.0	0.8	5.1	2		2
10	6.1	0.2	3.3	2		2
계	94.9	95.4	95.2	12	13	25

한국형 이변량 패널 개발(N=2,731)

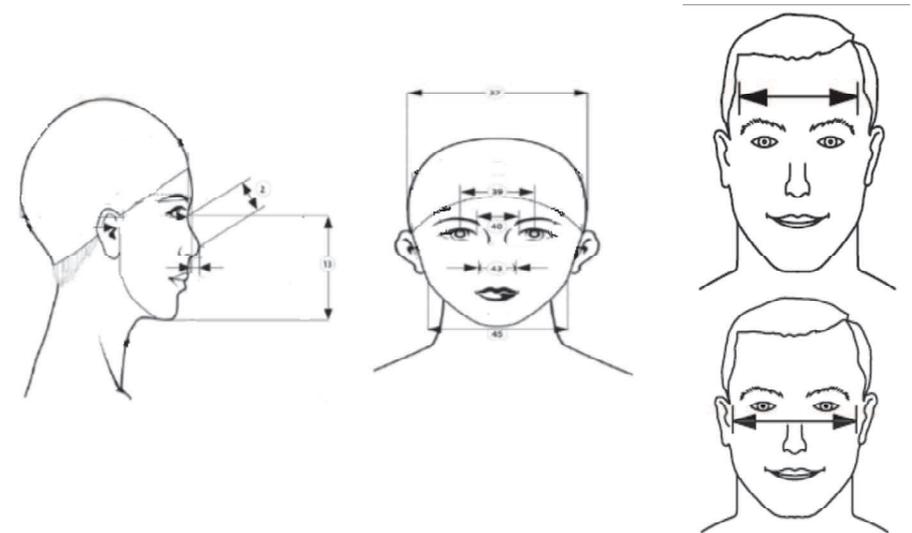


검사 패널(Test panel) 개발

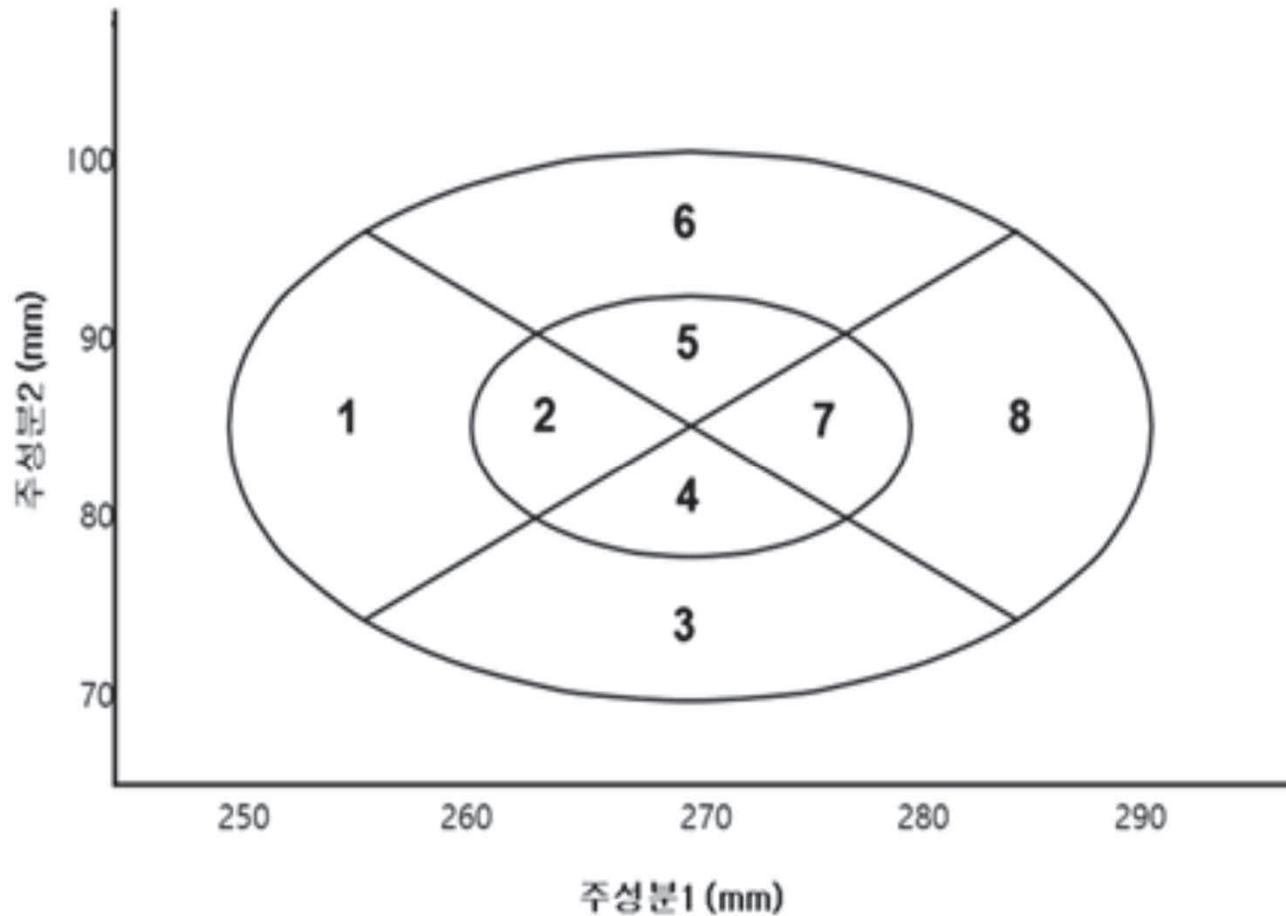
이변량 패널(2가지 변수)



주성분분석 패널(10가지 변수)



주성분분석 패널(Principal component analysis panel) 개발 (N= 2,037)



얼굴사이즈 DB: 10가지 항목 (N=2,037명)

연번	얼굴사이즈 항목	
1	아래턱사이너비	Bigonial breadth (Jaw width)
2	귀구슬사이턱끝호길이	Bitracion chin arc
3	귀구슬사이머리위길이	Bitracion coronal arc
4	귀구슬사이이마호길이	Bitracion frontal arc
5	귀구슬사이코밑호길이	Bitracion subnasale arc
6	얼굴너비	Bizygomatic breadth (Face width)
7	머리너비	Head breadth
8	머리둘레	Head circumference
9	머리두께	Head length
10	눈동자사이너비	Interpuillary distance
11	입너비	Lip length (Mouth width)

연번	얼굴사이즈 항목	
12	최대이마뼈너비	Maximum frontal breadth
13	얼굴수직길이	Menton-sellion length (Face length)
14	최소이마뼈너비	Minimum frontal breadth
15	눈구석사이너비	Nasal root breadth
16	목둘레	Neck circumference
17	코너비	Nose breadth
18	코높이	Nose protrusion
19	코길이	Subnasale-sellion length (Nose length)
20	키	Stature (Height)
21	몸무게	Weight (Body mass)

얼굴사이즈 DB: 10가지 항목 (N=2,037명)

연번	얼굴사이즈 항목	
1	아래턱사이너비	Bigonial breadth (Jaw width)
2	귀구슬사이턱끝호길이	Bitracion chin arc
3	귀구슬사이머리위길이	Bitracion coronal arc
4	귀구슬사이이마호길이	Bitracion frontal arc
5	귀구슬사이코밑호길이	Bitracion subnasale arc
6	얼굴너비	Bizygomatic breadth (Face width)
7	머리너비	Head breadth
8	머리둘레	Head circumference
9	머리두께	Head length
10	눈동자사이너비	Interpuillary distance
11	입너비	Lip length (Mouth width)

연번	얼굴사이즈 항목	
12	최대이마뼈너비	Maximum frontal breadth
13	얼굴수직길이	Menton-sellion length (Face length)
14	최소이마뼈너비	Minimum frontal breadth
15	눈구석사이너비	Nasal root breadth
16	목둘레	Neck circumference
17	코너비	Nose breadth
18	코높이	Nose protrusion
19	코길이	Subnasale-sellion length (Nose length)
20	키	Stature (Height)
21	몸무게	Weight (Body mass)

주성분분석 패널: 10가지 변수와 고유벡터(N=2,037)

구분	참여자수	평균	표준편차	최소값	최대값
최소이마뼈너비	2,751	105.3	5.3	84.3	129
얼굴너비	2,752	135.5	5.8	117.5	160.1
아래턱사이너비	2,732	125.1	11.6	80	165.8
얼굴수직길이	2,731	112.5	8.2	90.4	143
눈동자사이너비	2,731	68.4	5.3	50	86
머리너비	2,732	162.1	9.3	136	193.8
코높이	2,040	12.8	2.4	5	23
코너비	2,730	34.9	3.8	23.4	56.1
눈구석사이너비	2,732	34.8	7	20.6	56.3
코길이	2,732	51.8	4.2	39.6	67.7

얼굴사이즈	주성분1	주성분2
최소이마뼈너비	0.425905	0.111704
얼굴너비	0.437465	0.053653
아래턱사이너비	0.216894	0.517003
얼굴수직길이	0.379257	-0.145838
눈동자사이너비	0.289425	-0.457620
머리너비	0.249411	0.446659
코높이	0.204913	0.237037
코너비	0.349140	-0.202447
눈구석사이너비	0.120745	-0.424226
코길이	0.334530	-0.100117

주성분분석 패널: 10 변수, 고유벡터, 주성분1, 주성분2 (N=2,037)

$$\text{주성분1} = \sum_{n=1}^{10} W_n M_n \text{ ----- (1)}$$

$$\text{주성분2} = \sum_{n=1}^{10} V_n M_n \text{ ----- (2)}$$

<검사 대상자 8구역 분류 결정 알고리즘>

$$x = \text{주성분1} - 268.0766416$$

$$y = \text{주성분2} - 84.3364170$$

$$\text{기울기값} = 0.4779393 (=7.0592843/14.7702537)$$

$$a = 2.55 * 14.7702537$$

$$b = 2.55 * 7.0592843$$

$$c = 1.02 * 14.7702537$$

$$d = 1.02 * 7.0592843$$

$$r1 = \text{sqrt} ((x^2)/(a^2) + (y^2)/(b^2))$$

$$r2 = \text{sqrt} ((x^2)/(c^2) + (y^2)/(d^2))$$

주성분분석 패널: 10 변수, 고유벡터, 주성분1, 주성분2 (N=2,037)

$$\text{주성분1} = \sum_{n=1}^{10} W_n M_n \text{ ----- (1)}$$

$$\text{주성분2} = \sum_{n=1}^{10} V_n M_n \text{ ----- (2)}$$

<검사 대상자 8구역 분류 결정 알고리즘>

$$x = \text{주성분1} - 268.0766416$$

$$y = \text{주성분2} - 84.3364170$$

$$\text{기울기값} = 0.4779393 (=7.0592843/14.7702537)$$

$$a = 2.55 * 14.7702537$$

$$b = 2.55 * 7.0592843$$

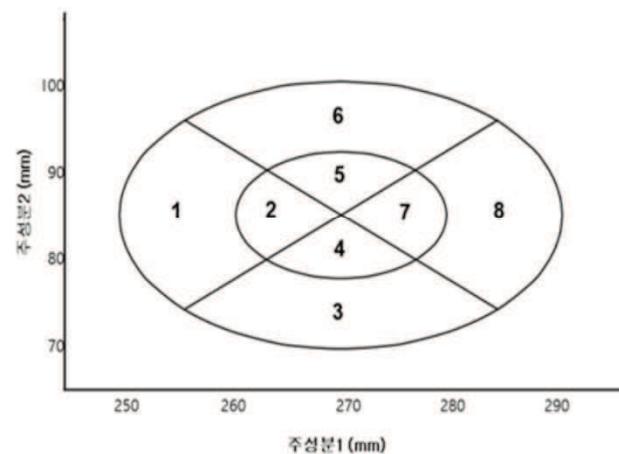
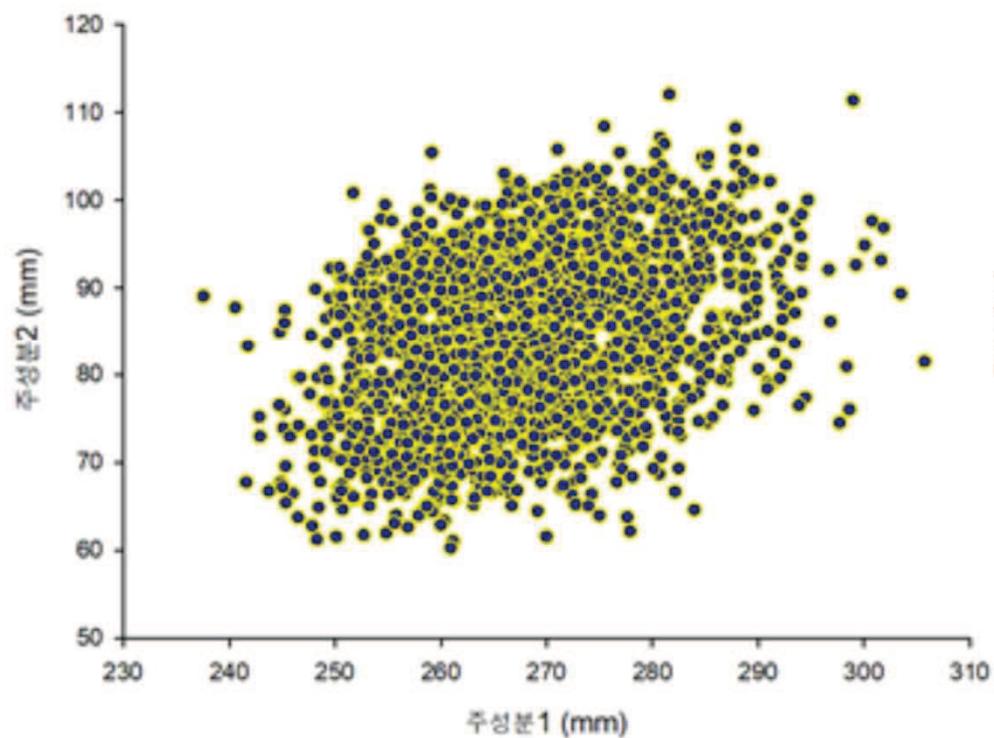
$$c = 1.02 * 14.7702537$$

$$d = 1.02 * 7.0592843$$

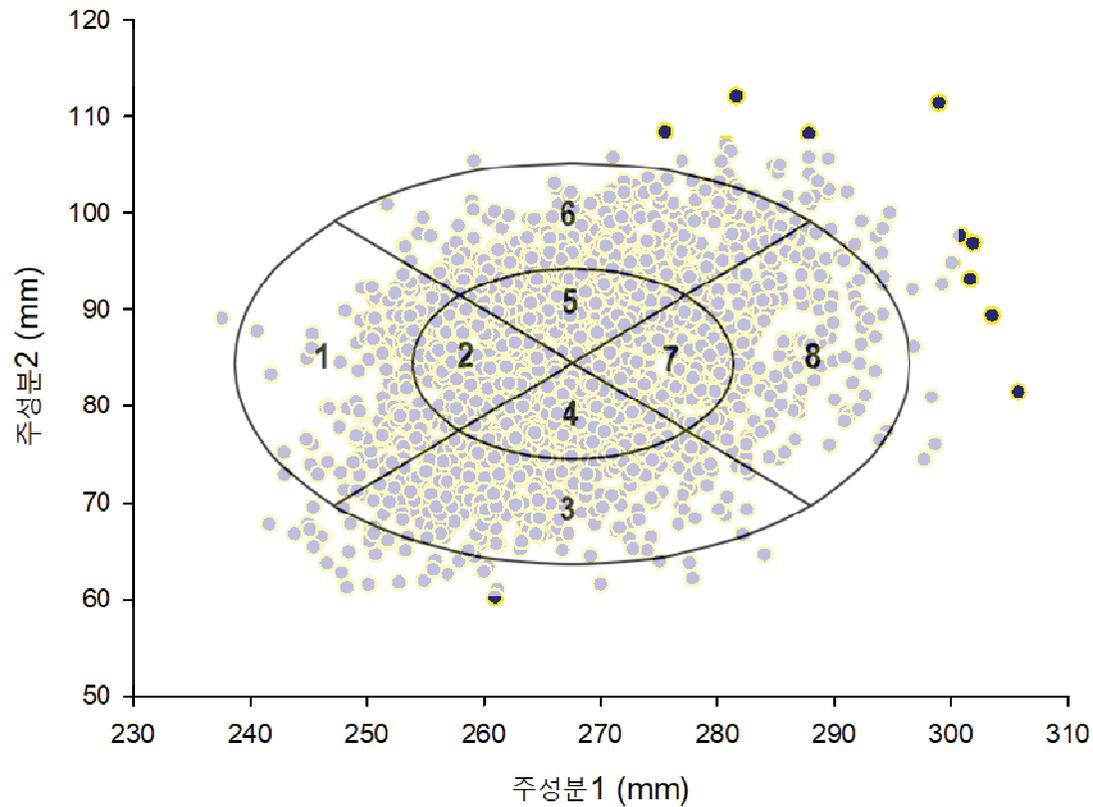
$$r1 = \text{sqrt} ((x^2)/(a^2) + (y^2)/(b^2))$$

$$r2 = \text{sqrt} ((x^2)/(c^2) + (y^2)/(d^2))$$

주성분분석 패널: 주성분1 vs 주성분2 산포도(N= 2,037)



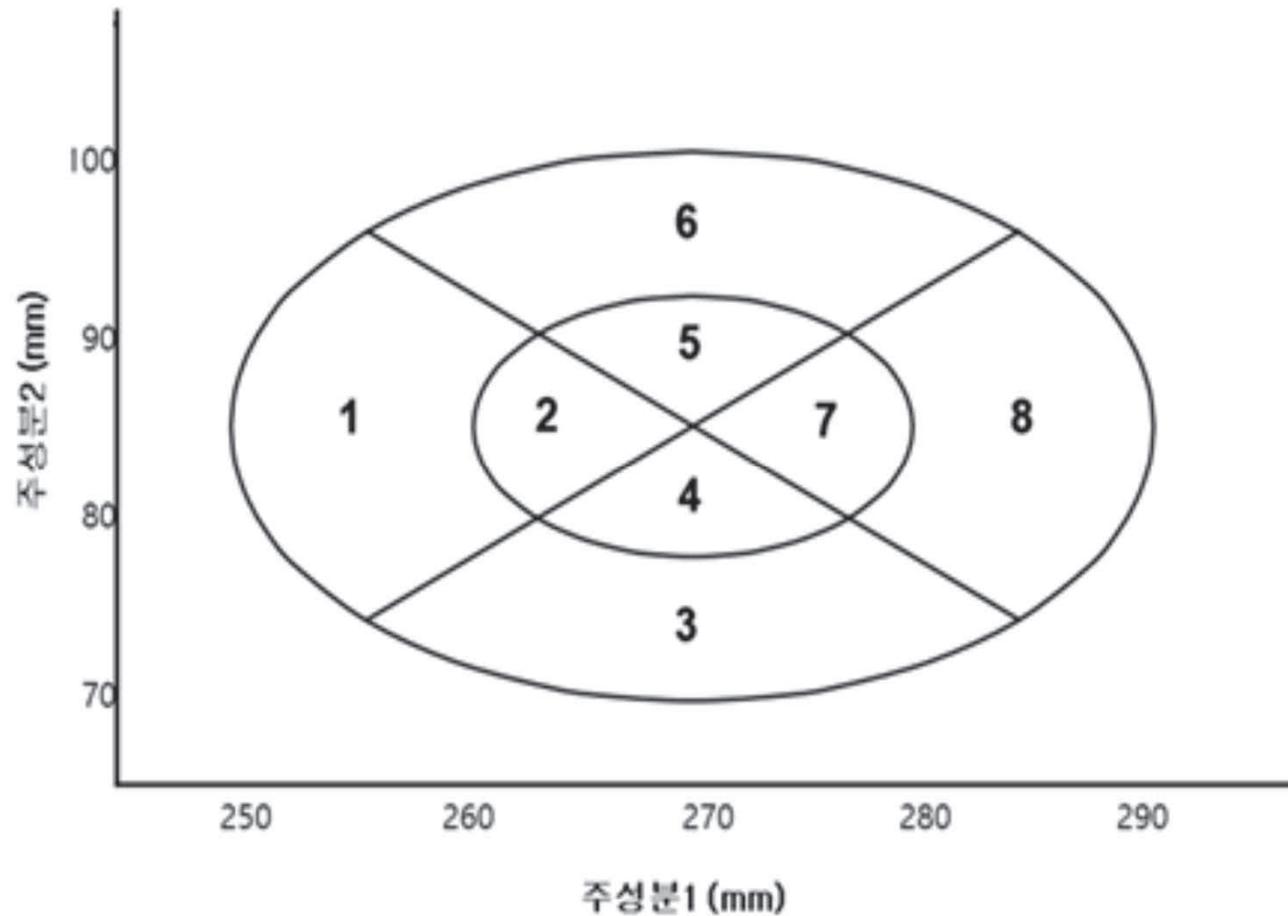
주성분 산포도 및 검사 패널(N= 2,037)



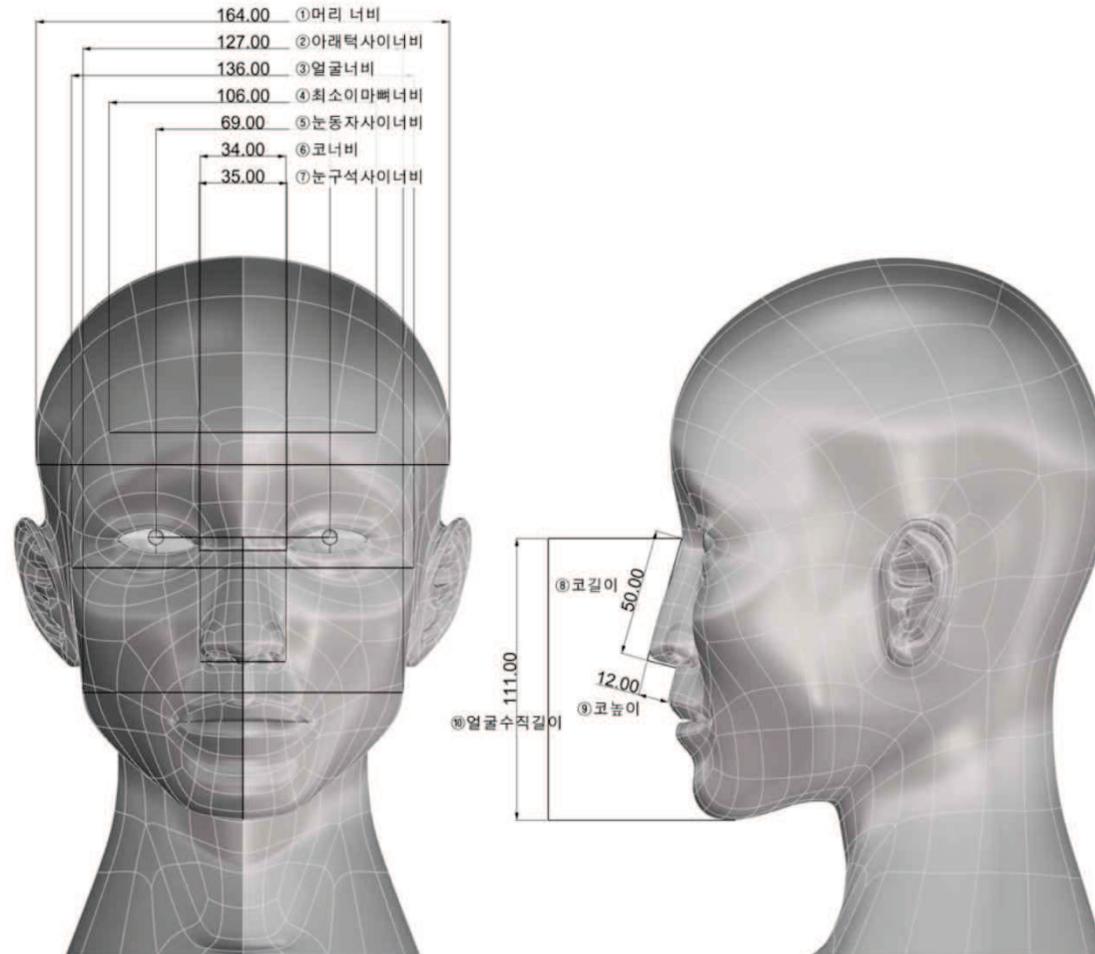
주성분분석 패널의 인구분포(N= 2,037) 및 25명 밀착도 검사 대상자 수

구역	인구분포(%)			25명 밀착도 검사 대상자(명)		
	남	여	전체	남	여	전체
1	0.3	8.0	3.9		2	2
2	31.0	33.1	32.0	3	3	6
3	12.9	25.1	18.6	1	3	4
4	5.3	7.2	6.2	1	1	2
5	6.7	7.8	7.2	1	1	2
6	22.5	13.4	18.2	2	3	5
7	8.2	1.2	4.9	2		2
8	8.1	0.3	4.4	2		2
계	95.1	96.1	95.5	12	13	25

한국형 주성분분석 패널 개발 (N= 2,037)



향후계획: 한국형 노동인구 인두제작(3D 모델링)



인두제작: 한국형 노동인구 3D디지털 이미지(안)



ISO models of headforms



Source: ISO/TS16976-2(2015)

요약

- ◆ 배경
- ◆ 목적
- ◆ 연구방법
- ◆ 결과 및 고찰
 - 한국형 호흡보호구 밀착도 검사 패널 개발
 - 호흡보호구 선정 등 기준 개선 방향 제시
- ◆ 향후 계획
 - 한국형 노동인구 인두 제작
 - 호흡보호구 선정 등 관련 KOSHA Guide 제·개정

참고문헌

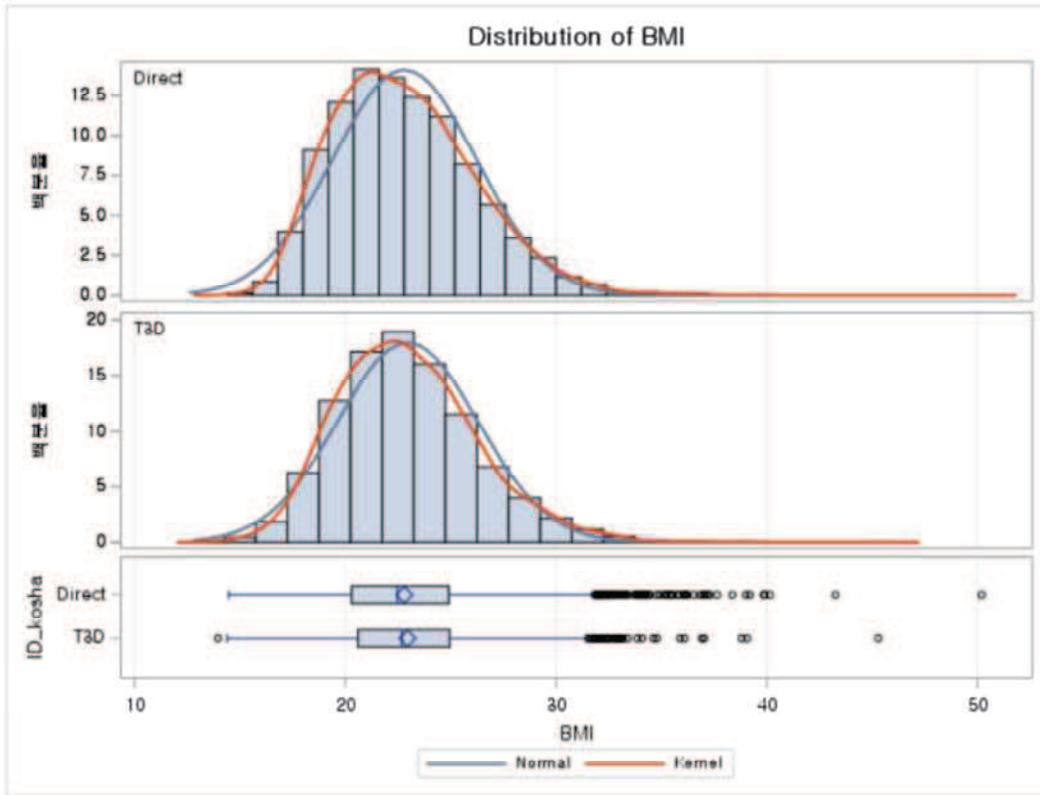


- 국가기술표준원, 제6차 한국인 인체치수 3차원형상측정 조사사업 최종보고서, 국가기술표준원, 2010
- 김강윤, 김현욱, 이중, 이웅대, 김동욱, 한국인 얼굴의 3차원 형상해석을 통한 반면형 호흡보호구용 신개념 3D test panel 개발, 한국산업위생학회지, 13(3):217-225, 2003
- 박정근, 김세동, 조현민, 호흡보호구 선정을 위한 3차원 머리 인체측정학적 데이터의 분석, J Korean Soc Occup Environ Hyg 31(4):521-530, 2021
- 박정근, 김세동, 조현민, 한국형 얼굴 DB 구축 및 호흡보호구 선정 기준 연구(I), 2021-산업안전보건연구원-752, 2021
- 어원석, 신창섭, 안경착용자 방진마스크 착용시 밀착계수와 착용시력에 미치는 영향, J Korean Soc Safety 35(3):105-115, 2020
- 피영규, 김승원, 어원석 등, 호흡보호구 밀착도검사 실시실태 및 제도개선에 관한 연구(II), 산업안전보건연구원, 2019-연구원-1422, 2019
- 한국산업안전보건공단 (KOSHA), 호흡보호구의 선정·사용 및 관리에 관한 지침, KOSHA Guide H-82-2020, 2020
- 한돈희, 김현욱, 장영재 등, 호흡보호구 밀착도검사 실시실태 및 제도개선에 관한 연구(I), 산업안전보건연구원, 2017-연구원-969, 2017
- 한돈희, 호흡기보호구의 밀착도 검사와 안면규격 Panel의 개발, Korean Ind Hyg Assoc J, 9(1):1-13, 1999
- Chen, W, Z Zhuang, S Benson, et al., New respirator fit test panels representing the current Chinese civilian workers, Ann Occup Hyg, 53(3):297-305, 2009
- International Organization for Standardization(ISO), Respiratory protective devices – Human factors- Part 2: Anthropometrics, Technical Specification, ISO/TS 16976-2, 2015
- Seo, H., Ji Kim, H Kim, Development of Korean head forms for respirator performance testing, Safety and Health at Work 11:71-79, 2020
- Zhuang, Z, B Bradtmiller, RE Shaffer, New respirator fit test panels representing the current U.S. civilian work force, J Occup Environ Hygiene 4:647-659, 2007



감사합니다
jkpark@kosha.or.kr

T-test for BMI between 3D DB and direct DB in the 6th Size Korea DB



Variable: BMI (BMI)

ID_kosha	Method	N	Mean	Std Dev	Std Err	Minimum	Maximum
Direct		8343	22,8021	3,3993	0,0372	14,4717	50,1956
T3D		2747	22,9496	3,3418	0,0638	13,9589	45,2857
Diff (1-2)	Pooled		-0,1475	3,3851	0,0745		
Diff (1-2)	Satterthwaite		-0,1475		0,0738		

ID_kosha	Method	Mean	95% CL Mean	Std Dev	95% CL Std Dev
Direct		22,8021	22,7292 22,8751	3,3993	3,3485 3,4516
T3D		22,9496	22,8246 23,0746	3,3418	3,2557 3,4326
Diff (1-2)	Pooled	-0,1475	-0,2935 -0,00154	3,3851	3,3412 3,4303
Diff (1-2)	Satterthwaite	-0,1475	-0,2922 -0,00277		

Method	Variances	DF	t Value	Pr > t
Pooled	Equal	11088	-1,98	0,0476
Satterthwaite	Unequal	4754,1	-2,00	0,0458
Cochran	Unequal	,	-2,00	0,0458

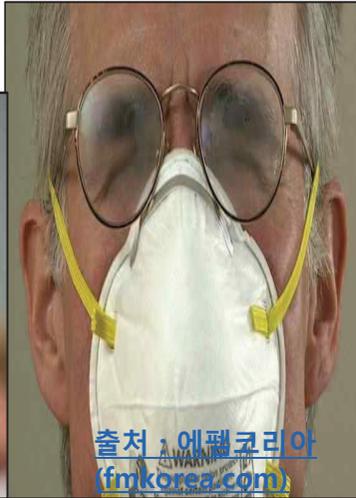
Equality of Variances				
Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Folded F	8342	2746	1,03	0,2767



안경착용자 방진마스크 착용 시 밀착계수와 착용시력에 미치는 영향 (안경피팅 항목을 중심으로)



https://www.nw.de/_em_daten/_cacehe/image/1xRkVNR3RZaTg4MzVZeE5jL2E2Z25ZRWQ4ZUVaR0ZMT2hRRUF4ekIDQU04WIRTeWpqek5obE1HNEdYdFR0UVZ3WjZsaGxha3FISEJYR0hEalF4RVZmSS9LV0gwbVFXalA1MEIWT14vbUM3WS9lOXViuUZibWxRd1NwLHB6bW9lVDBrMzBhDEIKVJOCkR1cW8vUINsRFNN/Y



ahardworker40@gmail.com
010-5680-9842

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Contents



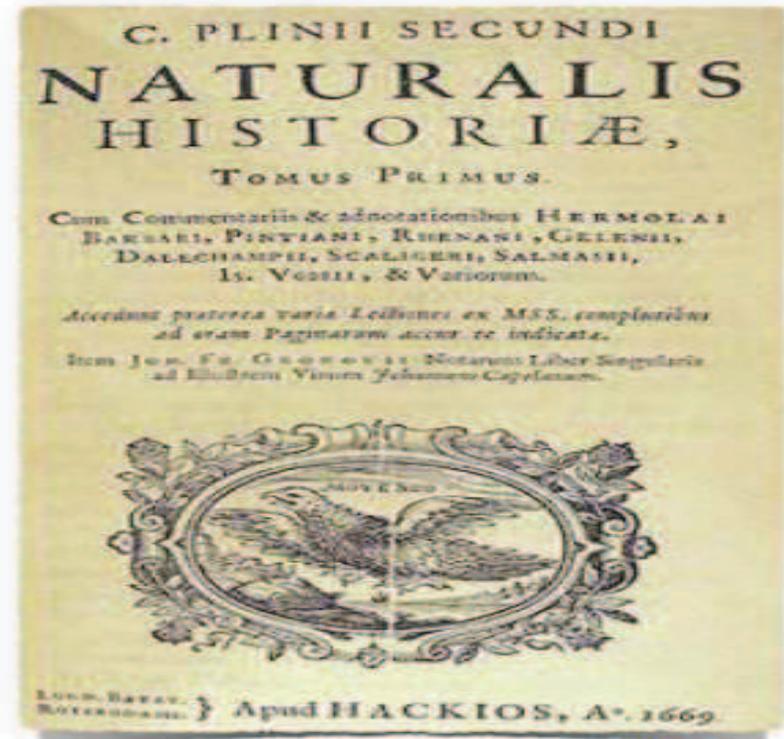
1. 호흡보호구와 안경의 역사
2. 연구의 목적/ 선행연구/ 현장의 문제점
3. 안경피팅항목(OH, VD, PA 등)
4. 안경착용자 밀착계수와 착용시력의 변화

[호흡보호구와 안경의 역사]



플리니(Pliny the Elder)

- 로마 학자
- 기원후 1세기
- 『Natural History』, 백과사전
- 광부들에게 수은 증기, 먼지에 대한 노출을 방지하고자 동물의 방광으로 된 방진마스크 착용을 권고



ko.wikipedia.org

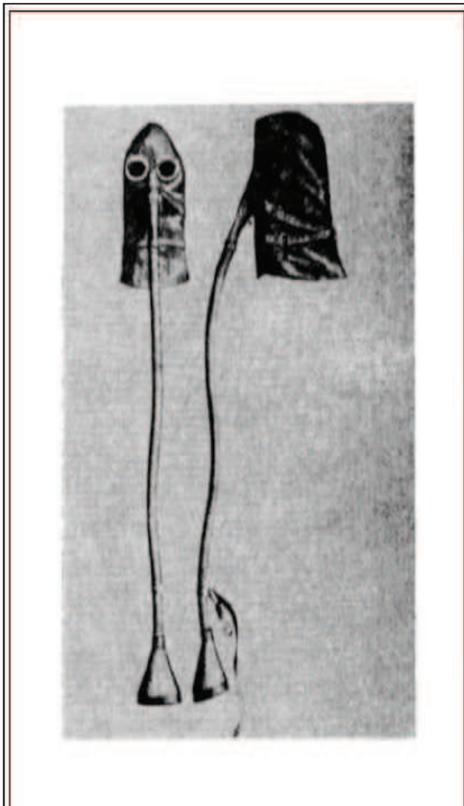


Figure 1 John Roberts' Smoke Filter

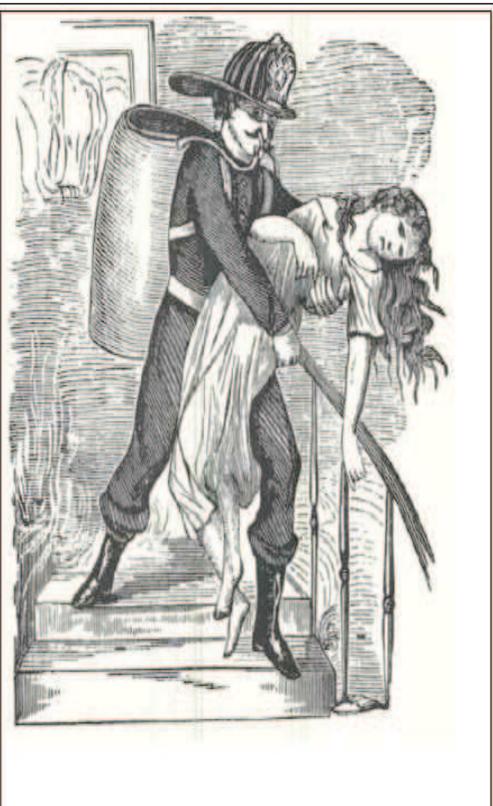


Figure 2 LaCour's Device

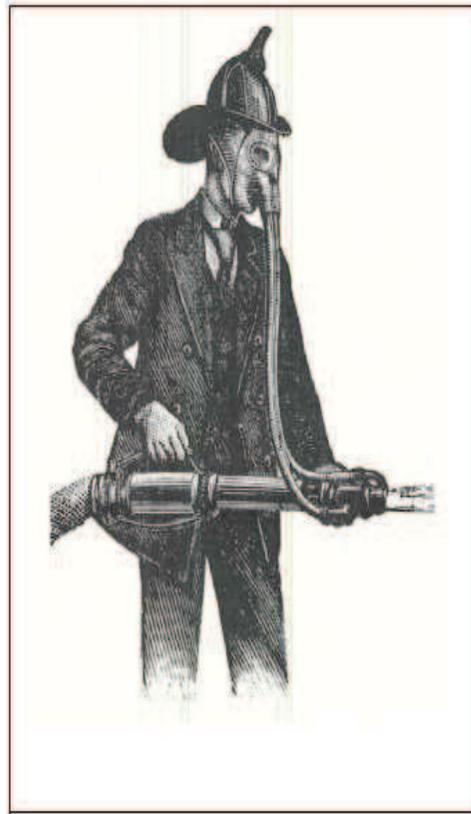


Figure 3 Merriman's Smoke Mask

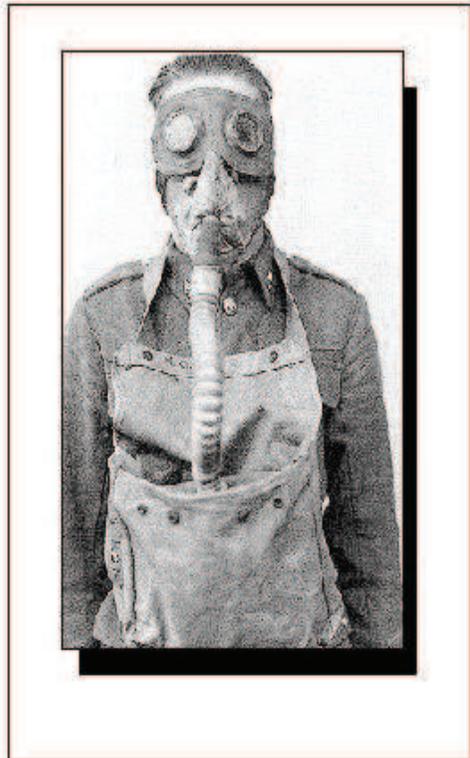
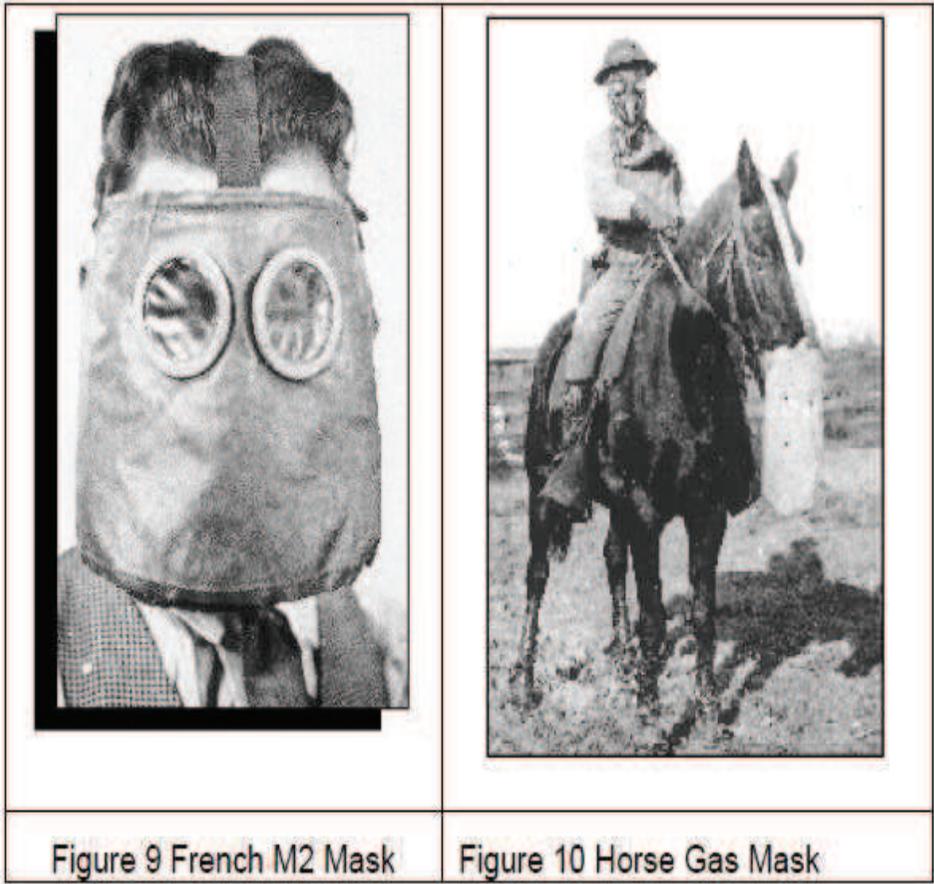
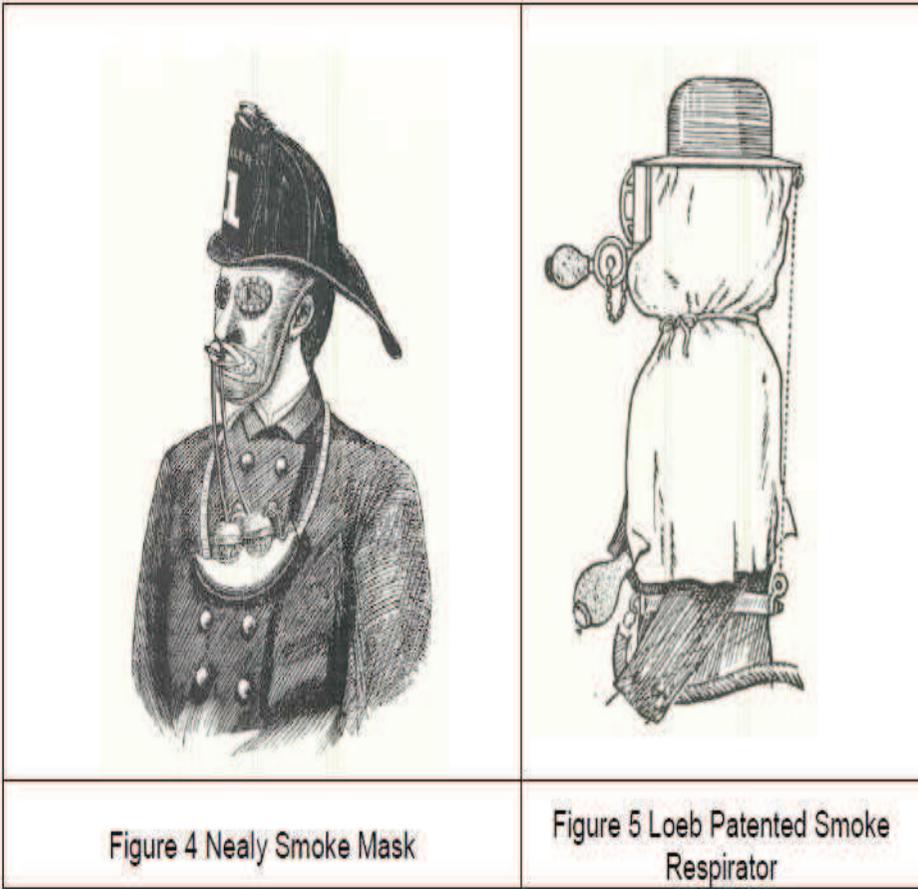


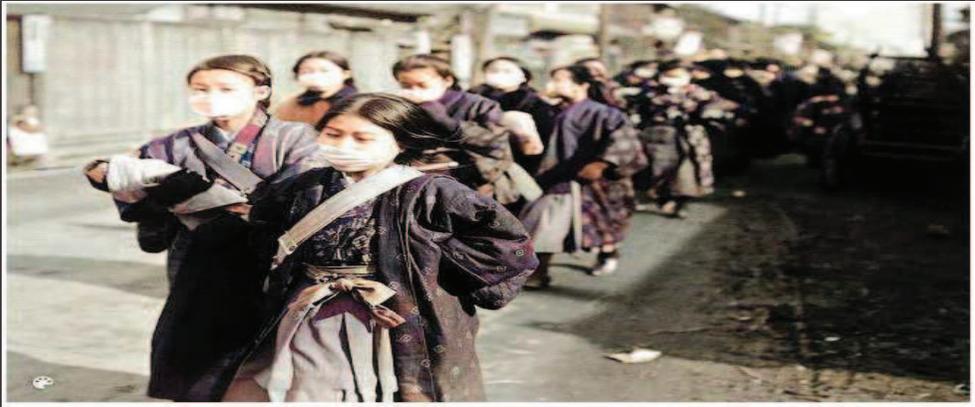
Figure 8 British Large Box Respirator

출처 : ISRP학회지



ISRP학회지

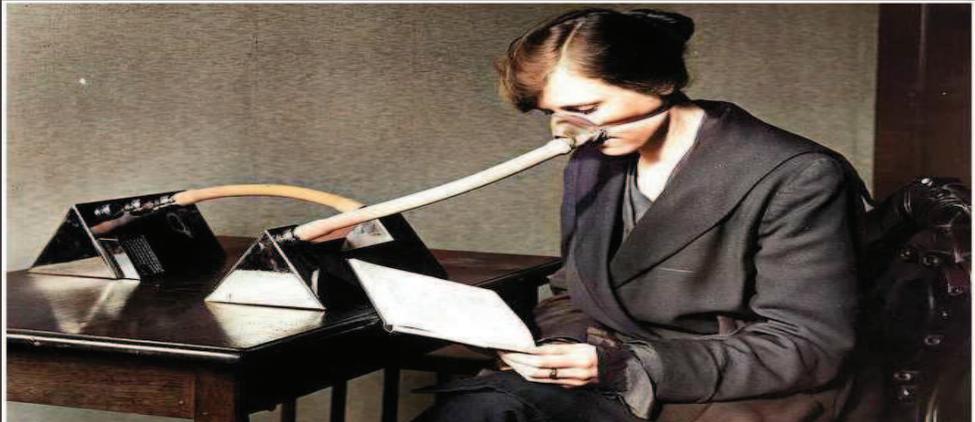
승실대학교 안전보건융합공학과 어원석



1919년 전 세계에 스페인 독감이 유행했을 당시, 일본의 소녀 수십 명이 한 사람도 빠짐없이 면 마스크를 착용한 채 어디론가 이동하고 있다. (사진=MyHeritage)



1918년 스페인 독감 유행 당시 미국 워싱턴에서 촬영된 한 사진은 증기열차를 탄 한 남성이 마스크를 쓰지 않았다는 이유로 버스 승차를 거부당하는 모습을 담고 있다. (사진=MyHeritage)



1918년 스페인 독감 유행 당시 공기 중에 존재할지도 모르는 바이러스를 걸러내기 위해 일종의 공기청정기와 같은 수제 기계를 사용하고 있는 여성의 모습 (사진=MyHeritage)

1918년 미국에서 찍힌 또 다른 사진에서는 모피 코트와 모자로 한껏 멋을 낸 여성 두 명이 면으로 만든 마스크를 쓴 채 서로를 바라보며 이야기하는 모습을 볼 수 있다.



1919년 스페인 독감이 전 세계를 강타했을 당시, 바이러스 감염을 막기 위해 독특한 마스크를 쓴 영국 커플의 모습 (사진=MyHeritage)

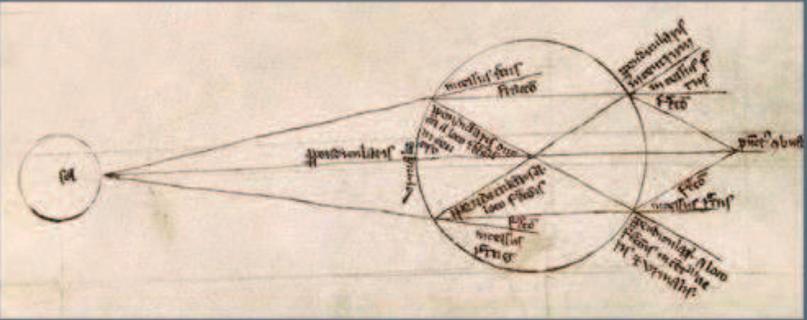
출처 : 서울신문 (MyHeritage.com)

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

논란이 분분한 안경의 시초

영국기원설

1268년 英 철학자 로저 베이컨이
광학적인 목적으로 활용한 렌즈를
안경의 기원으로 추정



출처 :
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3403541&cid=58364&categoryId=58364#:~:text=%EC%97%B0%EA%B4%80%EB%AA%A9%EC%B0%A8,SERICEO%20%2D%20%EC%9E%A1%EB%8F%99%EC%82%AC%B%8B%88%20%ED%95%B4%EB%B6%80%ED%95%99,-9/18>

[안경의 역사, 명품의 단서 \(naver.com\)](https://www.naver.com)

<https://youtu.be/k8sUTQb363s>



1298~1368년

중국기원설

‘원나라의 늙은 신하들이
거북의 등껍질로 만든 볼록렌즈를 끼고 있다’
- 마르코 폴로 <동방견문록>

안경보다 선글라스가 먼저?

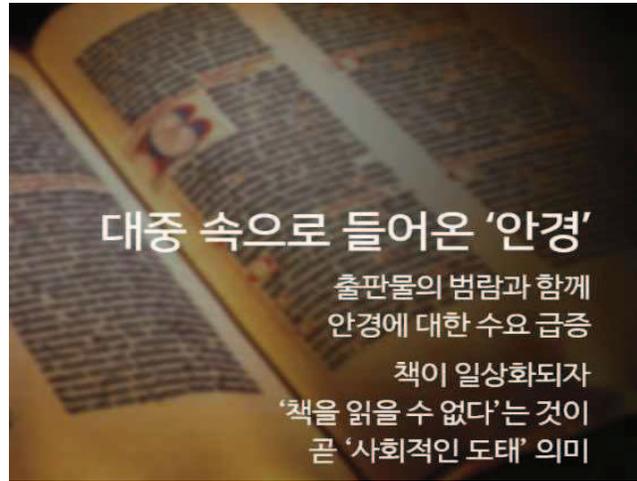
동양에서는

고대 중국 판관들이
'연수정으로 만든 검은 안경'을
사용했다는 기록 존재

서양에서는

네로황제가 착용한 '에메랄드 안경'을
선글라스의 시초로 추정

-검투사들의 경기를 보며
피곤해진 눈 보호 목적

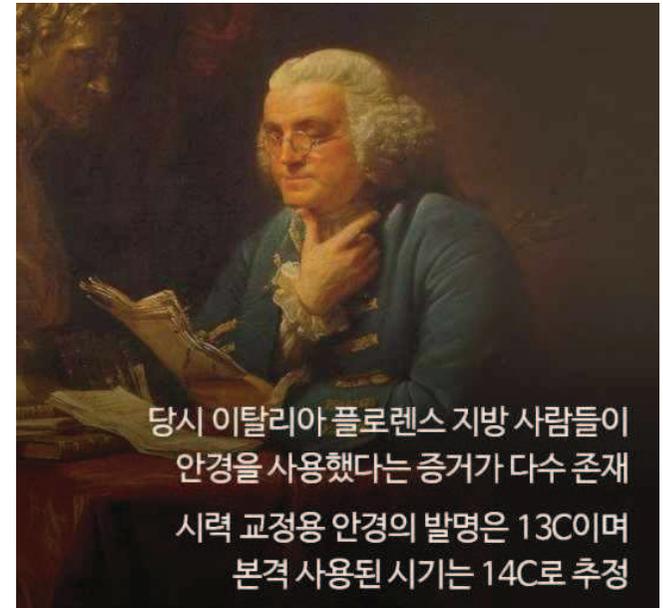


대중 속으로 들어온 '안경'

출판물의 범람과 함께
안경에 대한 수요 급증

책이 일상화되자
'책을 읽을 수 없다'는 것이
곧 '사회적인 도태' 의미

최초의 시력 교정용 안경은?



1200~1400년

출처 :
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3403541&cid=58364&categoryId=58364#:~:text=%EC%97%B0%EA%B4%80%EB%AA%A9%EC%B0%A8,SERICEO%20%2D%20%EC%9E%A1%EB%8F%99%EC%82%AC%EB%8B%88%20%ED%95%B4%EB%B6%80%ED%95%99,-/9/18>

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

우리네 역사 속 안경

한민족 역사에서 처음 등장한 안경은
선조 때 문신, 김성일(金誠一)의 안경

1567~1608년



1700~1800년

정조가 사용한 안경

조선 제22대 왕 정조는 지독한 근시 때문에 안경 사용




'미국 돈 15달러의 거금을 줘야 했지만
양반들은 구하지 못해 안달이었다'
- 美 선교사 J. 게일 (코리언 스케치)

출처 :
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3403541&cid=58364&categoryId=58364#:~:text=%EC%97%B0%EA%B4%80%EB%AA%A9%EC%B0%A8,SERICEO%20%2D%20%EC%9E%A1%EB%8F%99%EC%82%AC%EB%8B%88%20%ED%95%B4%EB%B6%80%ED%95%99,-/9/18>

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석



출처 : 기상청

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Isrp, 기타

- 1.호흡보호구의 허술함, 어설피품(밀착안됨).
- 2.두건 및 방독면 형태의 호흡보호구의 불편감 증가.
- 3.보는 것, 즉 눈 보호의 중요함.
- 4.안경보다 눈보호구의 썬글라스 개념 먼저
- 5.호흡보호구 및 안경 동시에 개발의 필요성
=> 시력의 중요성, 눈 보호구의 개념

서울신문

- 1.100년전 면 마스크 착용, 승차거부, 깨끗한 공기 중요성
- 2.잘못착용(텍스크와 코스크의 모습보임)

기상청

- 1.미래와 향후 보호구의 중요성, 보호구 대상의 확대
- 2.전염병, 생물학적인자 증가에 따른 마스크 중요성이 예상보다 너무 빨리옴

열사병에 쓰러져도...日 "마스크는 얼굴 팬티, 벗기 부끄럽다" 출처 : 중앙일보
네이버- <http://naver.me/GSgfy4u0>

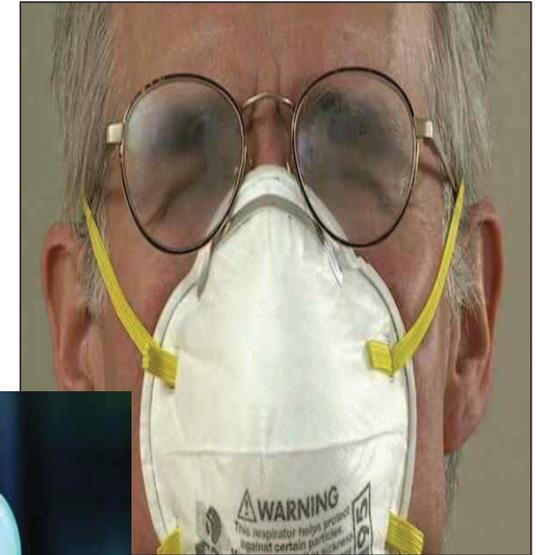


일본의 여름은 매우 무더워 마스크를 쓰면 견디기 힘들지만, 마스크를 벗으면 창피하다는 느낌에 힘들어도 벗지 않는 젊은이들이 늘고 있다는 것이다. 요미우리는 "마스크를 벗는 것이 마치 속옷을 벗는 것과 같다는 의미에서 마스크를 '얼굴 팬티(顔パンツ·가오판쓰)'라고 부르는 젊은이들도 있다"고 보도했다. 여론조사기관 일본인포메이션이 실시한 설문조사에서도 '코로나19가 끝나도 마스크를 쓰겠다'고 단한 사람이 전체의 54.5%였다

지난 2020년 6월 일본 삿포로의 한 초등학교에서 마스크를 쓴 학생들이 입학식을 하고 있다. 일본의 입학식은 4월이지만 코로나19 유행으로 두 달 미뤄져 열렸다. [AP=연합뉴스]

안경착용자 방진마스크 착용 시 밀착계수와 착용시력에 미치는 영향 (안경피팅 항목을 중심으로)

[연구의 목적]





적합성

호흡보호구는 착용자, 작업 및 작업환경에 적합하여야 하며 착용자에게는 최소한의 신체적 부담과 호흡보호구로 인한 추가적인 위험성이 없어야 함.

1. 환경인자(environment factors)

산소결핍, 산소과다, 질식제, 오염물질 IDLH, 부식가능성, 폭발 가능성, 오염물질의 투과 가능성, 입자상 오염물질(에어로졸), 가스/ 증기 오염물질, 극한의 기후(고온과 저온)

2. 작업인자(task/ job factors)

작업강도(를), 착용시간, 시야확보, 이동성, 의사소통, 고열스트레스, 사용하는 도구(전동공구), 작업장형태(넓이), 폭발위험성

3. 착용자 인자(wearer factors)

수염 및 흉터, 건강상태, 얼굴특성, **안경, 콘택트렌즈**, 장신구, 건강상태, 기타 개인장구로 인한 방해

[연구의 목적]
[선행연구]

불편감(안경, 호흡보호구, 렌즈)

1. 피팅 및 불편감에 관한 것은 안경분야에 더 먼저 고민
2. 호흡보호구(마스크) 불편감 연구과제와 논문은 꾸준히 제시
불편감 제시논문은 국내논문이 우수함(국외논문보다)
3. 밀착도 논문은 2013년부터 게재 및 증가
4. 안경과 마스크의 중첩 논문은 찾지 못함.



Result (호흡보호구 불편함에 대한 선행연구)

Table 3. Major reasons of not wearing respirators
(N =168)

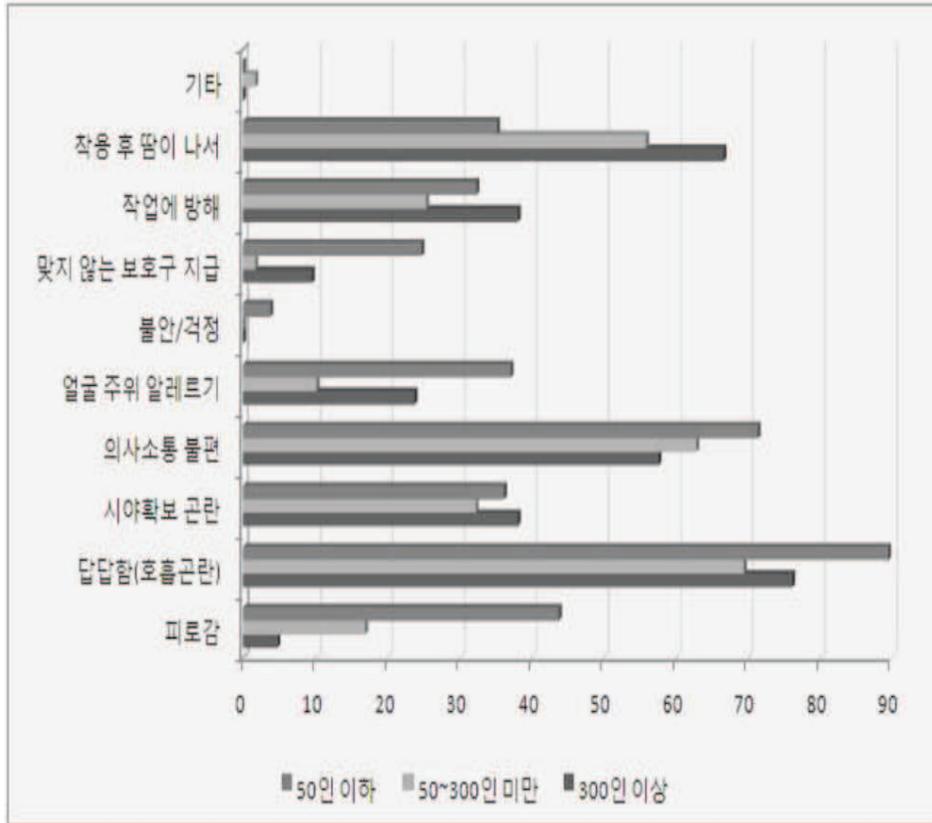
Major Reasons*	Frequency	Percent(%)
Difficulty of breathing	78	46.4
Sweating	65	38.7
Bothered by frequent removal	35	20.8
Inadequate mask size	32	19.0
Hot air temperature inside	31	18.5
Facial discomfort	24	14.3
Difficulty in wearing glasses	22	13.1
Communication difficulty	17	10.1

표 3에 호흡보호구 미착용 이유중 가장 빈번히 (빈도 10% 이상) 지적된 이유를 순서대로 나열하였다. 착용하지 않는 가장 큰 이유로 지적된 항목은 보호구 착용시 느끼는 호흡곤란으로 46.4%를 차지하였고, 다음으로 착용후 땀이나서 불편한 때문이 38.7%였다. 보호구 착용 후 다시 착용하여야 할 경우가 많은 작업장에서 착용/재착용에 따른 귀찮음으로 인해 착용치 않는다가 20.8%나 되어 근로자에게 부담이 되는 경우는 잘 착용하지 않는 경향을 보였다. 또한 보호구의 크기가 적당치 않아 안면에 잘 맞지 않는다고 답변한 근로자가 19.0%로 현재 지급되고 있는 보호구의 크기가 우리나라의 근로자 안면에 잘 맞지 않음을 알 수 있었다. 착용후 보호구 내부가 뜨거워지기 때문에 착용하지 않는다가 18.5%나 되어 주요한 원인중 하나로 지적되었으며 이외에도 얼굴에 너무 꽉 조여 아프다, 안경 쓰기가 불편하다, 보호구 착용후 대화를 할 수 없다 등이 있었다.

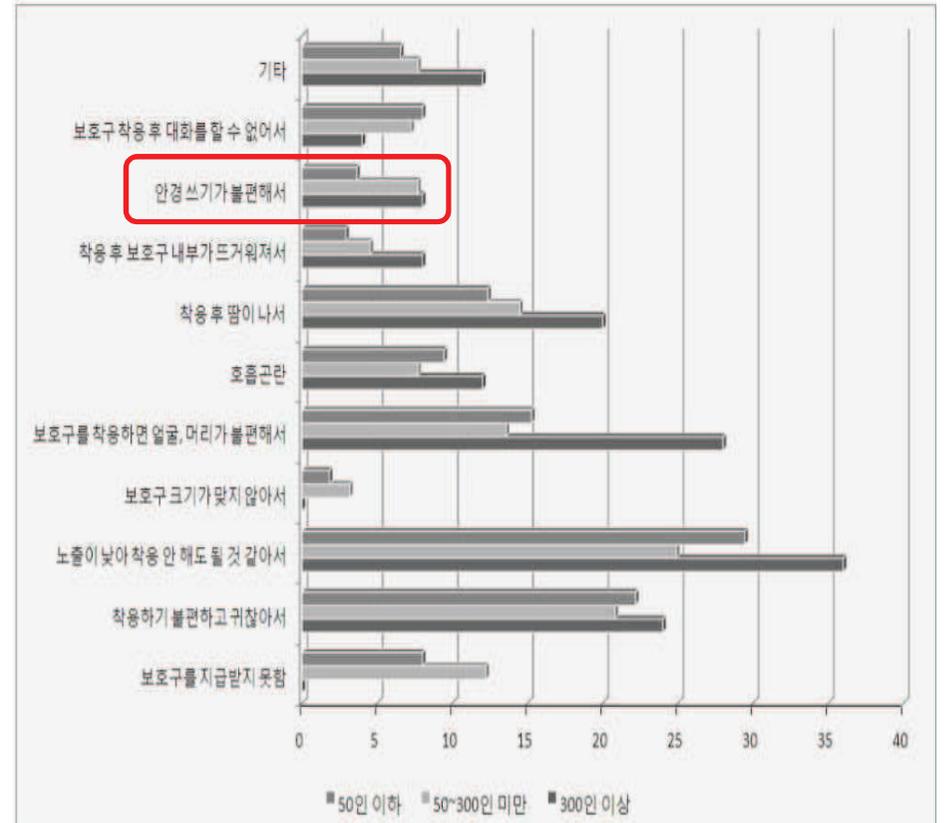
출처 : 한국산업위생학회지 1998

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Result (호흡보호구 불편함에 대한 선행연구)



[그림 III-96] 사업장 규모별 호흡보호구 착용에 불편을 느끼는 이유 (복수응답)



[그림 III-90] 사업장 규모별 호흡보호구를 착용하지 않는 주된 이유 (복수응답)

출처 : 안전보건공단 연구보고서 2008

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Result (안경착용 불편함에 대한 선행연구)

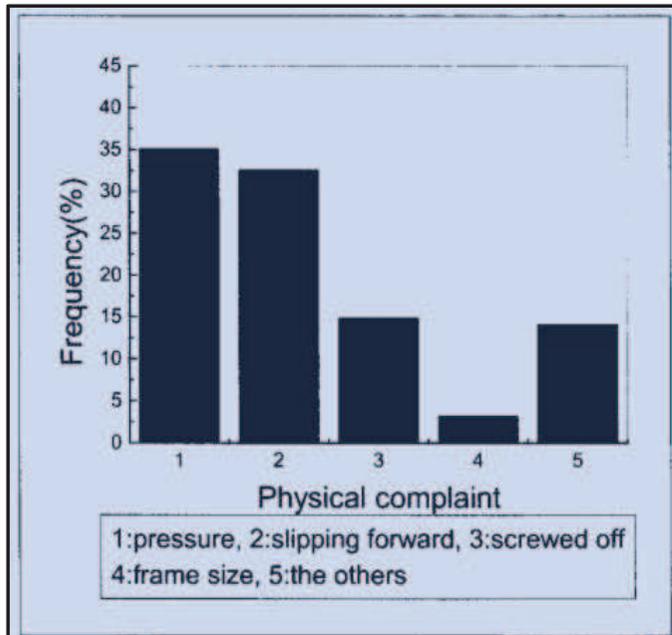


Fig. 5. The causes of physical complaint the ex-spectacle wearing.

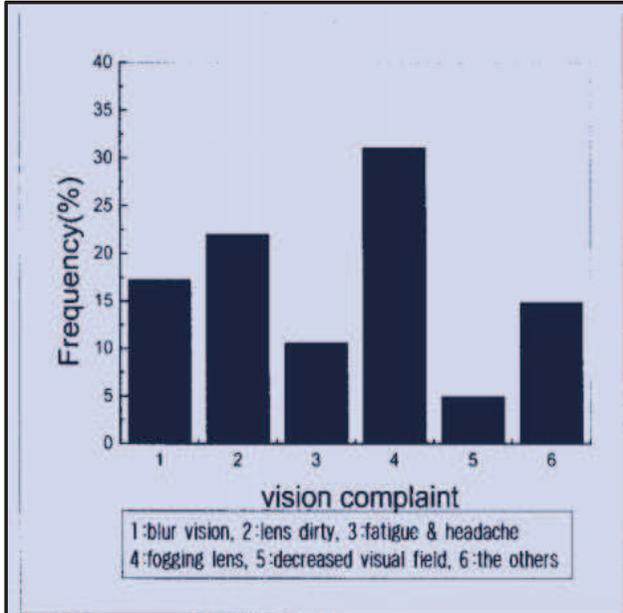


Fig. 6. The causes of visual complaint the ex-spectacle wearing.

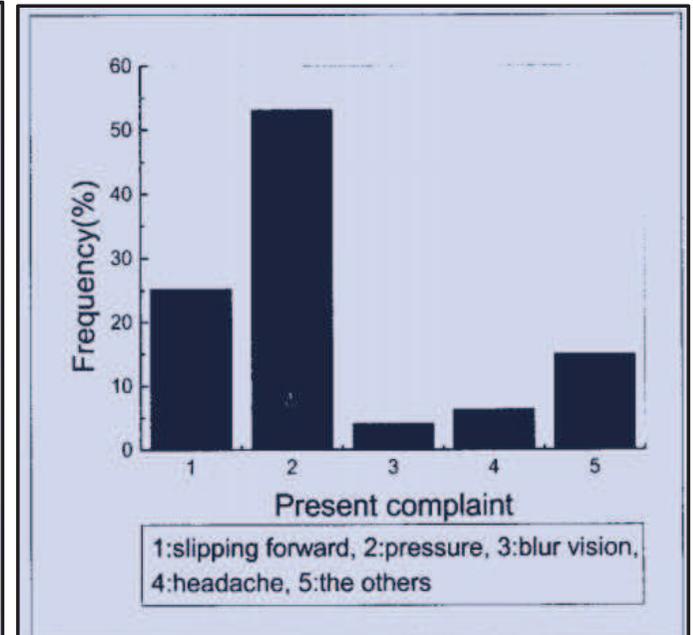
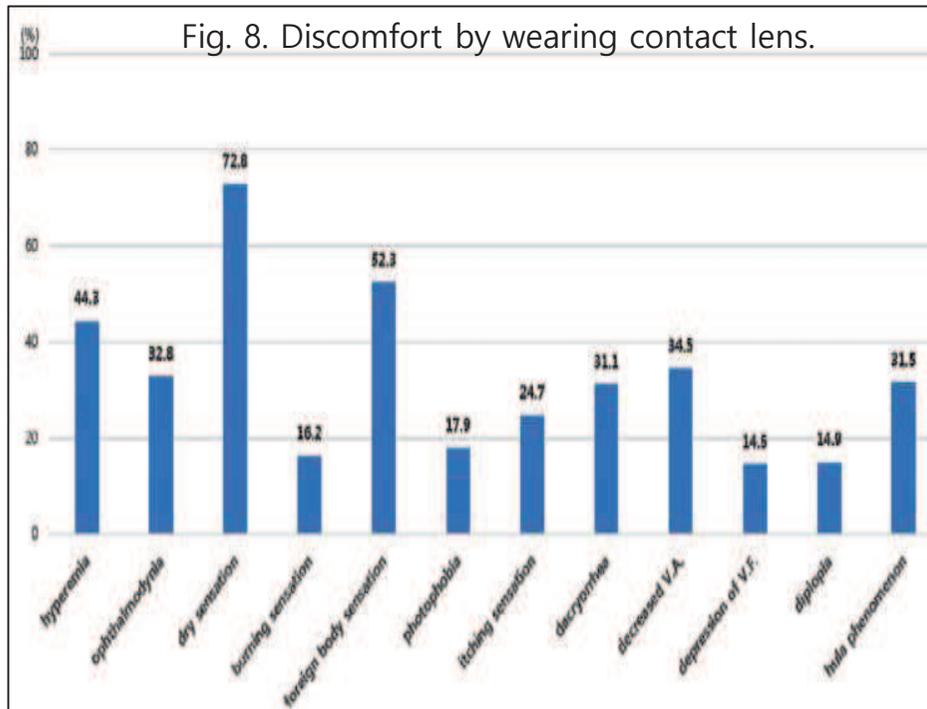


Fig. 7. The causes of physical or visual complaint in the present spectacle wearing.

Result (콘택트렌즈 불편함에 대한 선행연구)



콘택트렌즈 사용 시 느끼는 불편감을 느끼게 하는 여러가지 증상에 대해 불편감을 느끼는 정도를 각각 조사한결과, 충혈 44.3%, 안통 32.8%, 건조감 72.8%, 작열감16.2%, 이물감 52.3%, 눈부심 17.9%, 가려움증 24.7%, 눈물흘림) 31.1%, 시력저하 34.5%, 시야감소 14.5%, 복시현상 14.9%, 홀라현상 31.5%로 나타났다(Fig. 8). 이 중 건조감을 호소하는 경우가 전체 응답자의 72.8에 이를 정도로 가장 많았으며, 이물감, 충혈 순으로 불편하다고 응답하였다(Fig. 8).

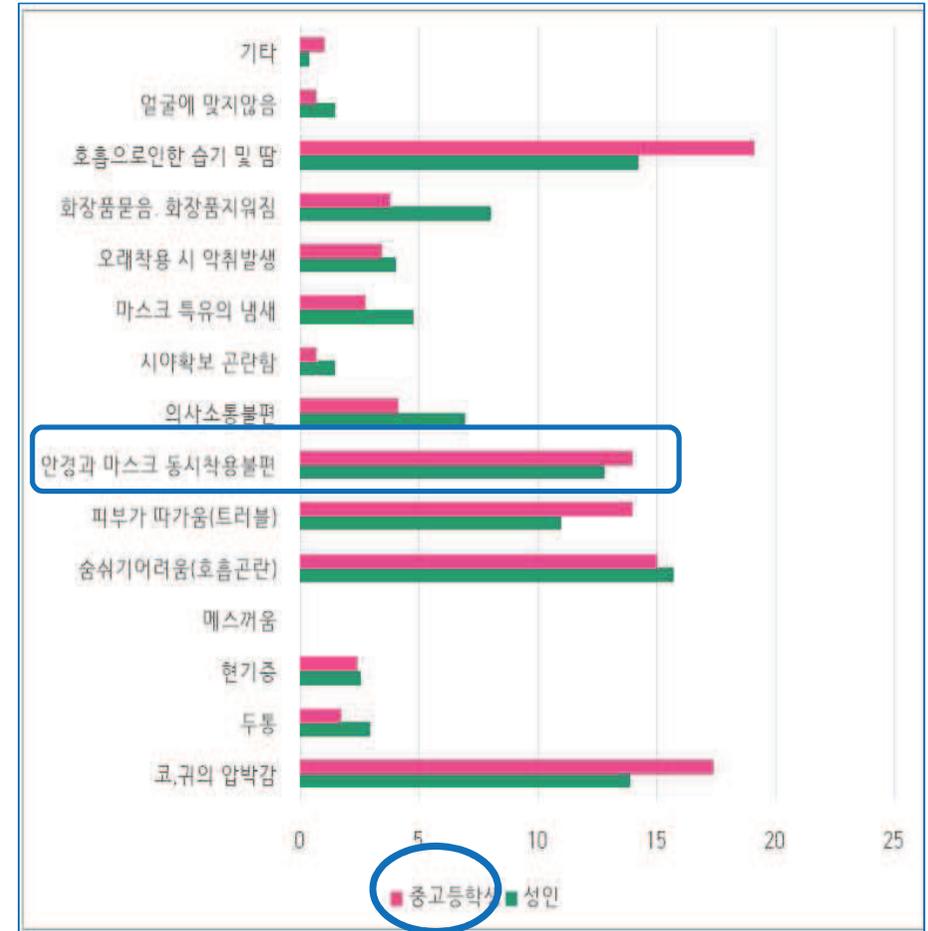
출처 : J Korean Ophthalmic Opt Soc 2016

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Result (중고등학생 보건용마스크 불편감)



응답	응답수
코,귀의 압박감	87
두통	13
현기증	13
메스꺼움	0
숨쉬기 어려움(호흡곤란)	87
피부가 따가움(트러블)	71
안경과 마스크 동시착용 불편(안경김서림 등)	76
의사소통 불편	31
시야 확보 곤란함	6
마스크 특유의 냄새	21
오래 착용 시 악취 발생	21
화장품 문음, 화장품 지워짐	33
호흡으로 인한 습기 및 땀	96
얼굴에 맞지 않음	6
기타	4



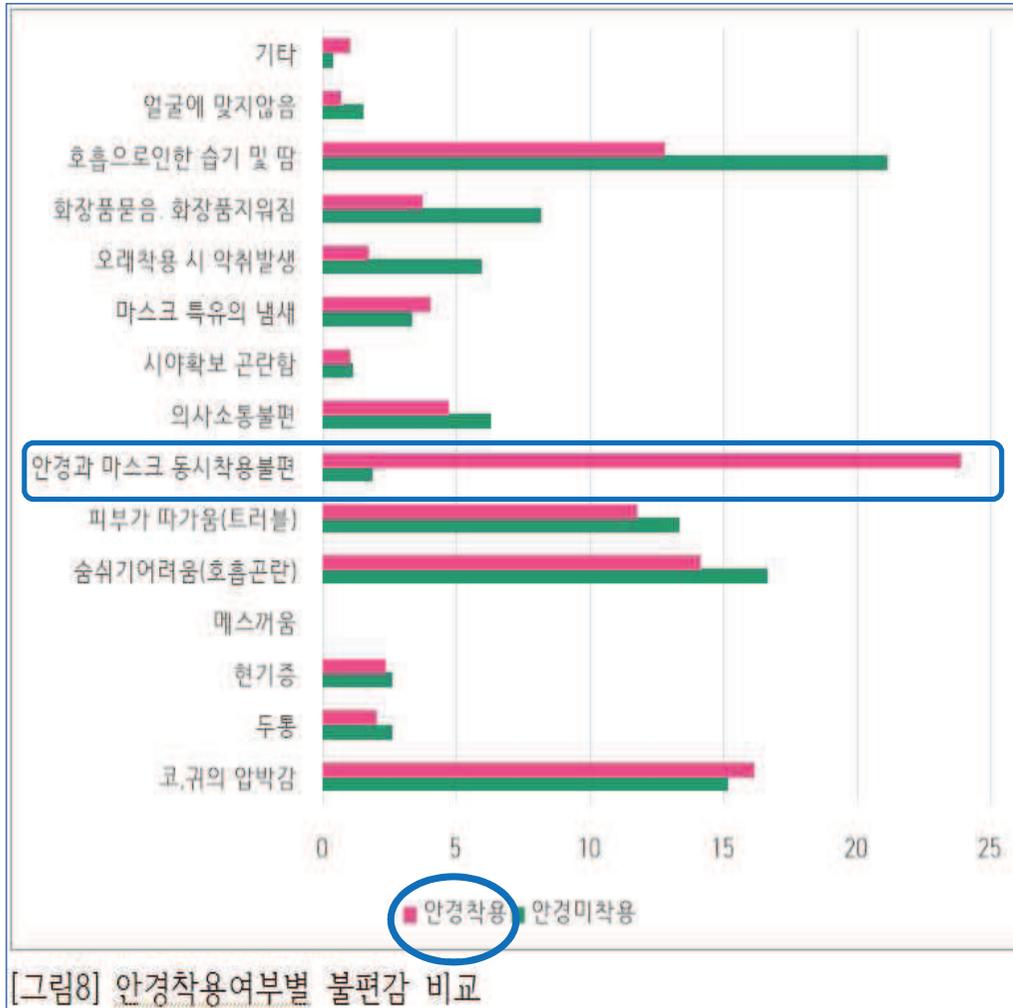
[그림5] 마스크 착용 시 불편감 조사

[그림6] 대상자별 불편감 비교

출처 : 호흡보호구학회 발표집 어원석

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Result (중고등학생 보건용마스크 불편감)



[그림8] 안경착용여부별 불편감 비교

출처 : 호흡보호구학회 발표집 어원석
 숭실대학교 안전보건융합공학과 어원석

The Science Times

코로나19
과학기술
과학정책
과학문화
과학기술인

과학기술

전체
기초·응용과학
보건·의학
항공·우주
자연·환경·에너지
신소재

2020.09.18 07:40
이성규 객원기자

♡
🔒
가
가

코로나19로 마스크 착용이 생활화되면서 큰 어려움을 겪고 있는 이들 중의 한 부류가 안경 착용자들이다. 뜨거운 입김으로 안경에 김 서림이 발생하기 때문이다. 다른 국가에 비해 마스크 착용을 거부하는 이들이 가장 많은 편인 영국 사람들의 경우 39%가 바로 안경 때문에 마스크를 쓰기 싫다고 답변했을 정도다.

따라서 안경을 벗고 일하다가 시야가 흐려져 두통에 시달리는 사람도 있으며, 안경 대신 오랫동안 사용하지 않던 콘택트렌즈를 끼는 이들도 많다. 또한 티슈를 접어서 코 부분에 덧대거나 주방 세제를 물과 섞어 안경렌즈를 닦으면 김이 서리지 않는다는 나름의 비법도 인터넷 커뮤니티 등에서 회자되고 있다.

<https://www.sciencetimes.co.kr/news/%EC%95%88%EA%B2%BD%EB%8F%84-%EB%A7%88%EC%8A%A4%ED%81%AC%EC%B2%98%EB%9F%BC-%EC%BD%94%EB%A1%9C%EB%82%98-%EB%A7%89%EC%95%84%EC%A4%80%EB%8B%A4/>

[현장 측면 문제점]

현장(사무실/ 작업장/ 국민)의 문제점(밀착의 문제)

1. 한 두가지 종류의 마스크만 지급하고 있는 실정임
2. 사이즈를 고려하지 않고 마스크를 지급하는 실정임
3. 마스크를 재 착용 하는 점
4. 마스크 착용을 준수하지 않는 사업장 혹은 근로자
5. 적절하지 않은 마스크를 (지급)사용하는 사업장 혹은 근로자 등등
6. 교육이 없는 마스크 착용의 현실
7. 부적절한 보관
8. 산업용, 보건용, 의료용 용도에 맞게 착용하지 않음(최근에 배기 밸브마스크의 문제)
9. 불편함이 배제됨
10. 호흡보호구에 관한 지식부족
11. 안경과 호흡보호구의 중첩/ 대충착용(걸침)

[안경핏팅 및 항목]

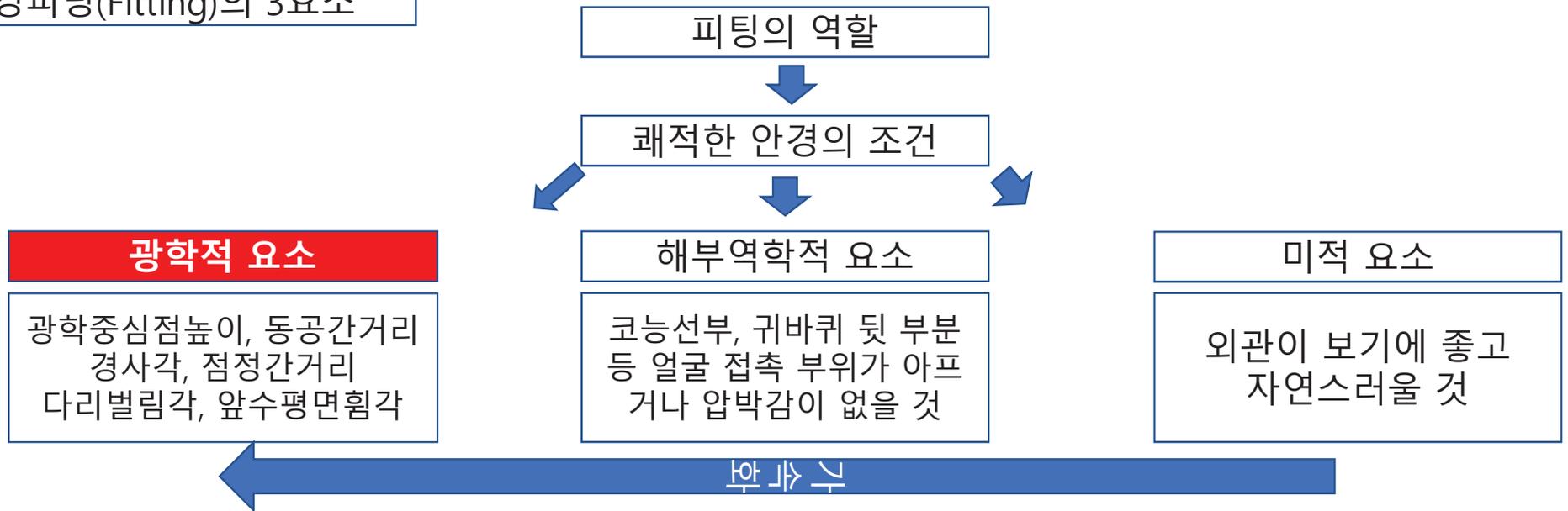
[광학중심점높이, 정점간거리, 경사각 등등]



안경의 조제 및 가공 시 안경테와 렌즈를 광학적, 역학적 그리고 미적으로 설계하고, **피험자의 얼굴에 맞게 테를 조정, 즉 핏팅(fitting)하는 것을** 말한다. **광학적 요소**로는 수평방향에서 렌즈의 좌우의 설 설계에 맞게 하는 **동공간의 거리**(pupillary distance; PD), 수직방향에서 안경테 아래 부분에서 동공중심까지 거리인 **광학 중심점 높이**(optical center height; OH)를 맞추어야 한다. 그 외 **경사각**(pantoscopic angle; PA) 그리고 **점점간 거리**(vertex distance; VD) 및 **앞수평면휨각**(face form) 등이다.

출처 : J Korean Ophthalmic Opt Soc

안경핏팅(Fitting)의 3요소



출처 : 안경조제 및 가공 성풍주

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

안경핏팅항목

광학중심점 높이는 앞수평면휨각 그리고 경사각과 관련이 있다. 동공중심의 수평방향의 위치, 수평설계요소가 아무리 정확해도 수직요소인 광학중심점 높이가 결정되지 않으면 조제가공의 광학적 요소 만족되지 않는다.

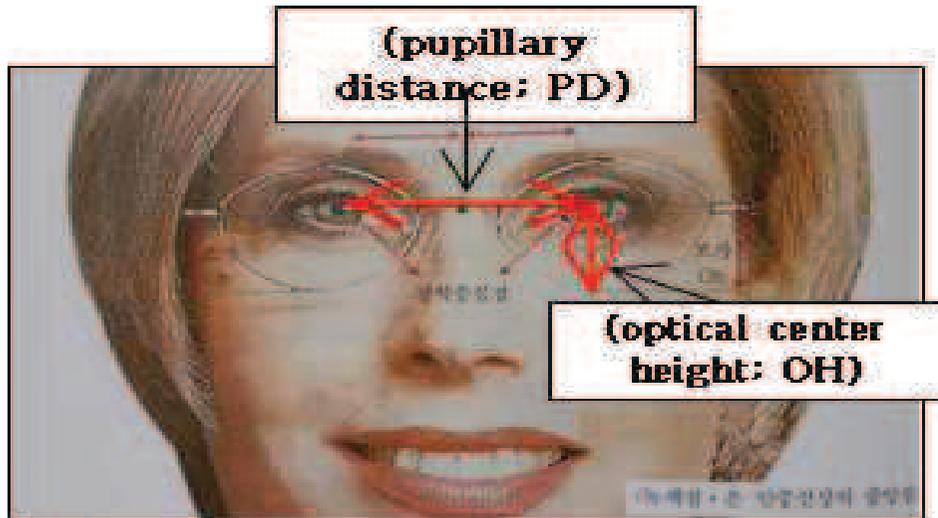
정점간 거리는 안경착용자를 측면에서 보았을 때 안경 렌즈 면과 눈과의 거리를 말한다. 다시 말해서 안경 렌즈 후면 정점에서 각막정점까지의 거리로 동양인은 12mm, 서양인의 경우는 13mm 정도이지만 10~14mm까지 유지하여 쓰고 있다.

경사각은 눈의 조준선이 안경렌즈의 설계점을 수직으로 지나게 하는 광학적 요소의 기본요소인 회선점 조건에서 경사각은 회선점조건의 수직방향과 관계가 있다 또한 원용안경은 10~15도 사이이고 근안경은 15~20도 이다.

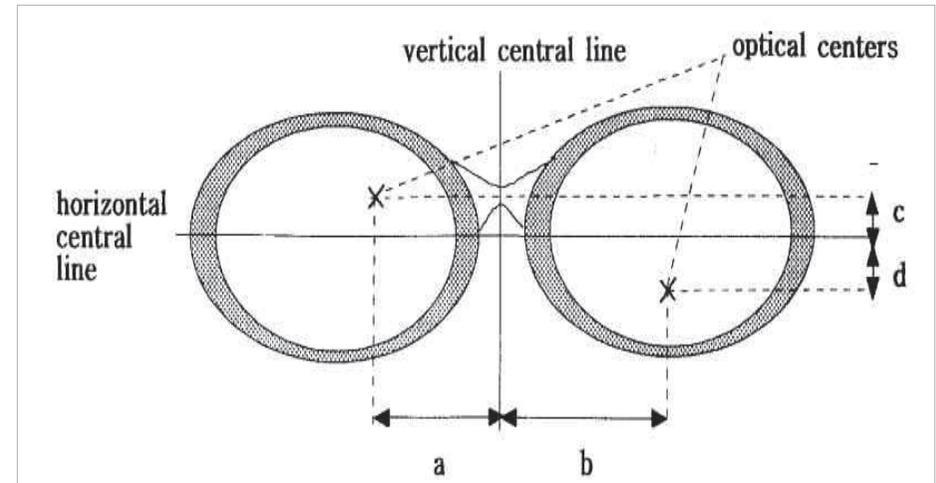
출처 : J Korean Ophthalmic Opt Soc

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

안경핏팅항목(PD/ OH)



(a) Glasses fitting factor of pupillary distance and optical center height.



(b) Point of glasses fitting factor.

Fig. The measurement of horizontal and vertical balance of optical centers of glasses.

출처 : 안경조제 및 가공 성풍주

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

안경핏팅항목(정점간거리/ 경사각)

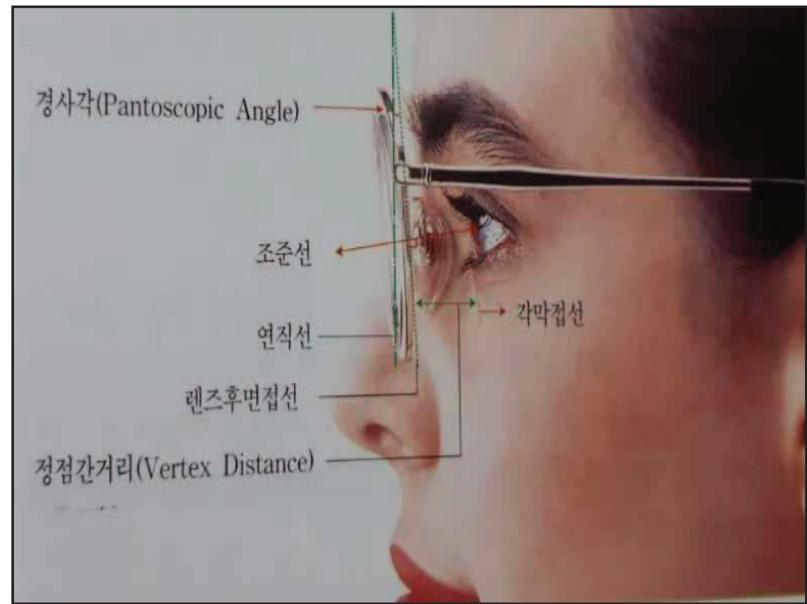
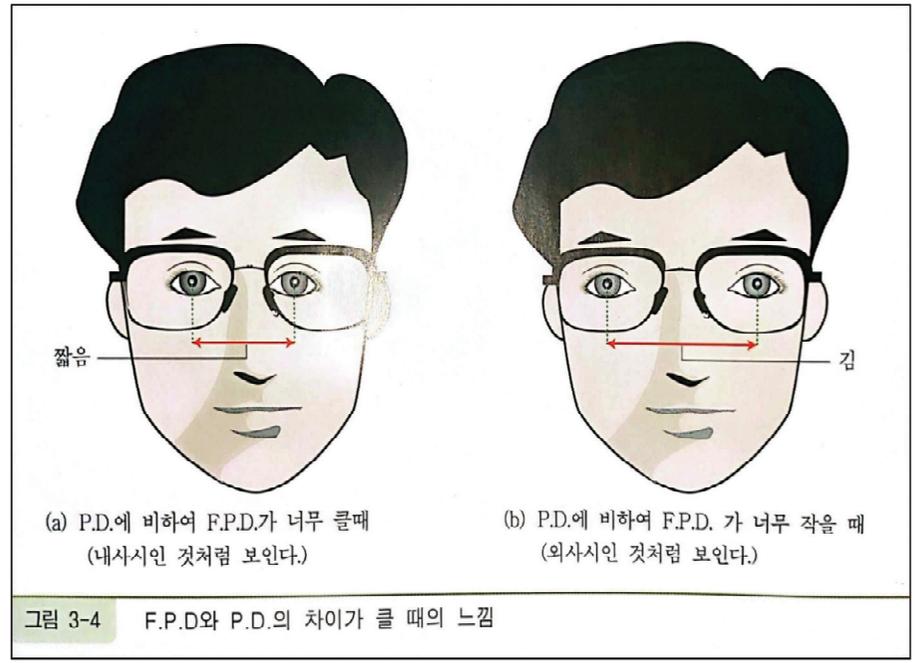
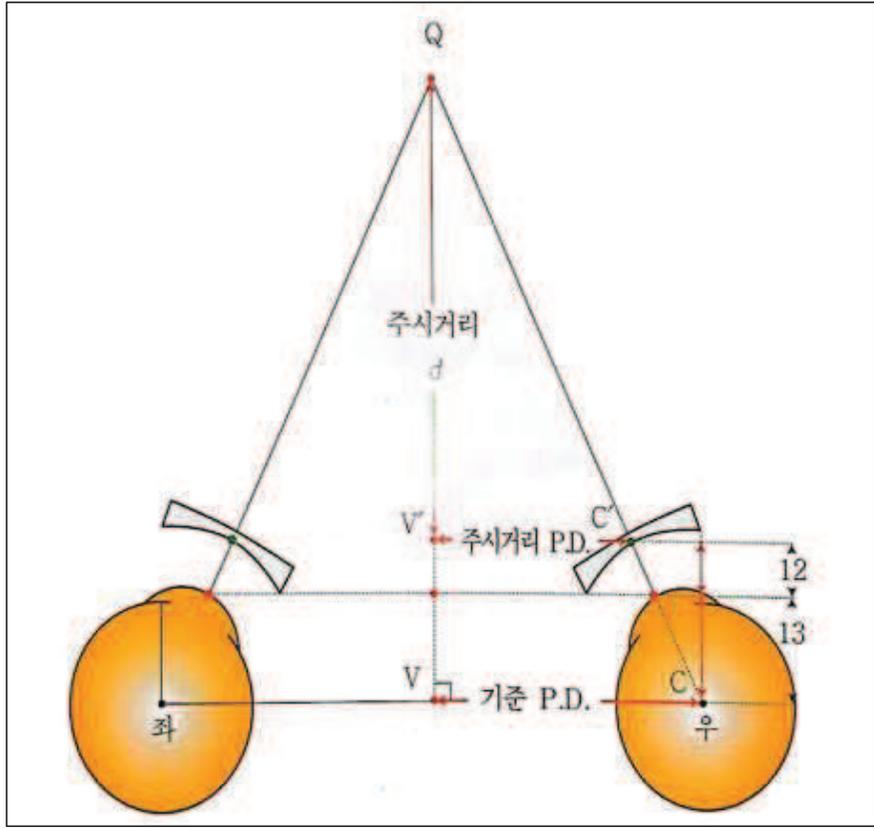


Fig. Glasses fitting factor of pantoscopic angle and vertex distance.

출처 : 안경조제 및 가공 성풍주

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

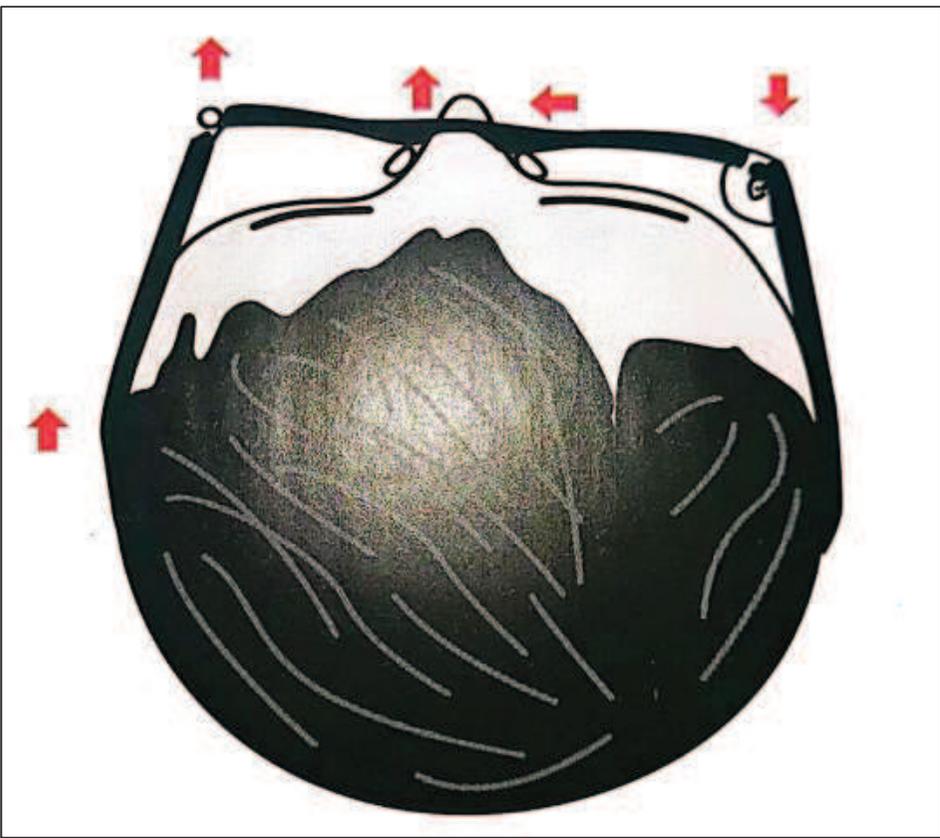
우안의 기준 P. D.에서 주시거리(d) P. D.계산(단위mm)



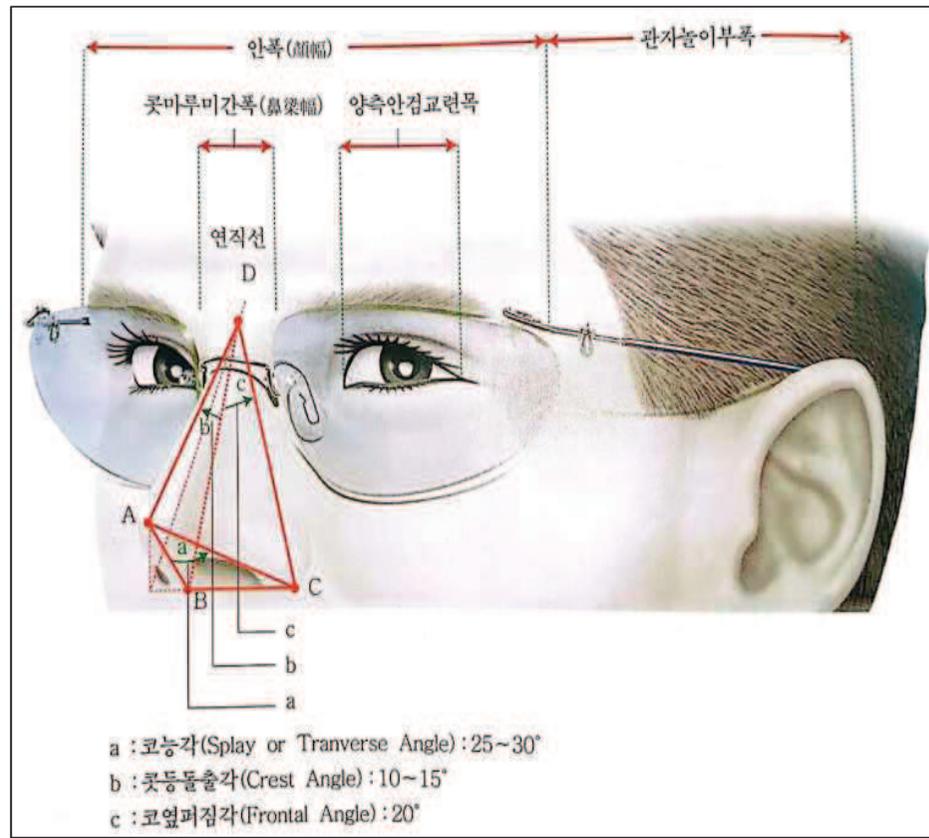
출처 : 안경조제 및 가공 성풍주

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

좌우다리 벌림각 차이로 코받침의 접촉불균형

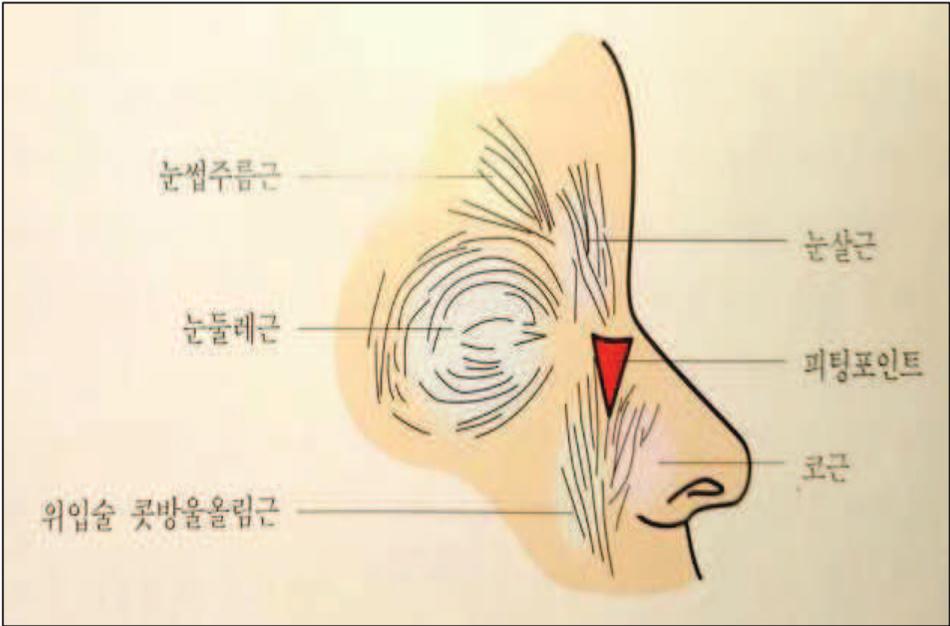


코부위의 여러각



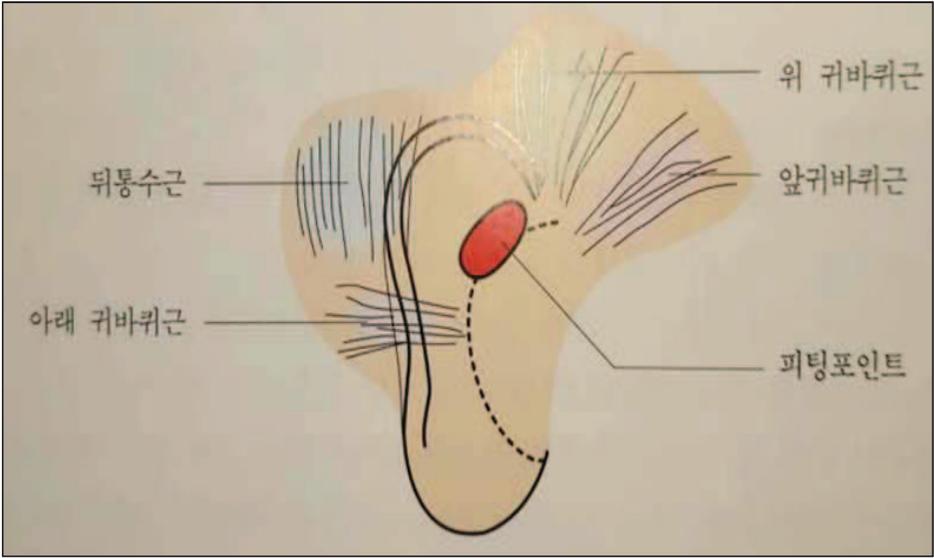
출처 : 안경조제 및 가공 성품주

코능선의 코받침 피팅포인트



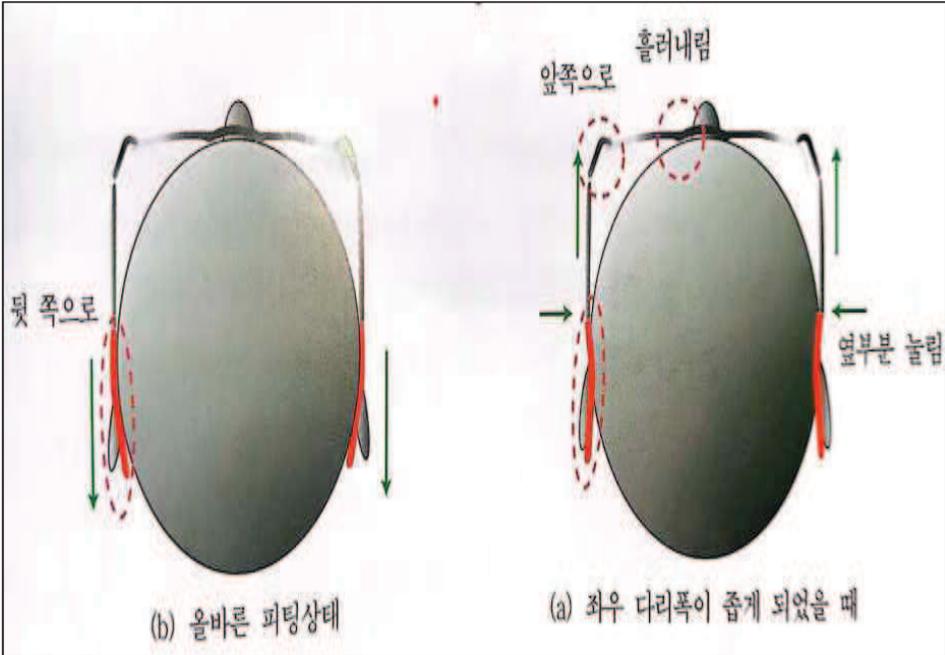
출처 : 안경조제 및 가공 성품주

귀바퀴의 피팅포인트



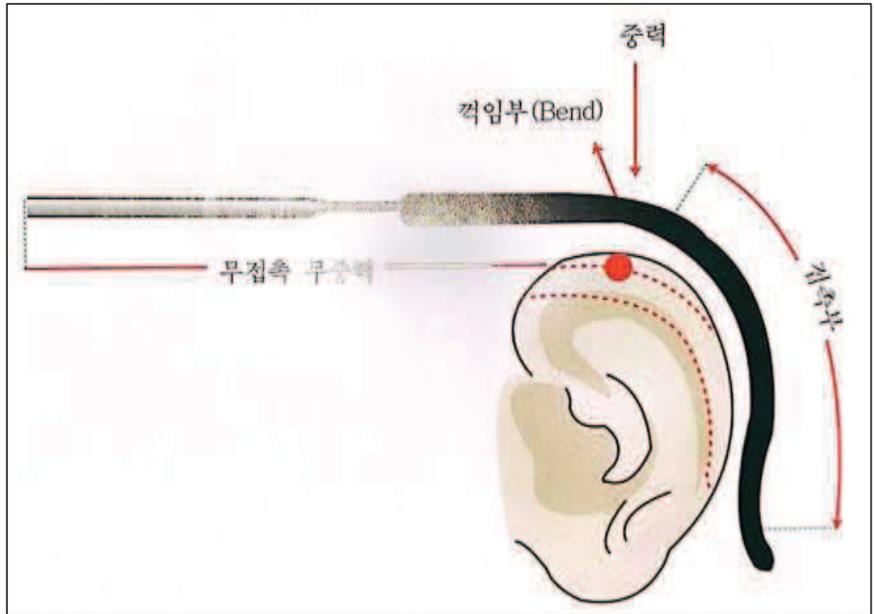
승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

안경다리 피팅상태



출처 : 안경조제 및 가공 성품주

귀바퀴의 피팅 접촉부



승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

안경착용자 방진마스크 착용 시 밀착계수와 착용시력에 미치는 영향 (안경피팅 항목을 중심으로)

[논문 Summary]



Contents

■ Introduction

- 연구배경 및 목적

■ Theoretical background

- 밀착도 검사 및 밀착계수
- 안경 핏팅

■ Experiment(Method)

- 대상자 및 보호구 선정
- 불편감
- 안경 핏팅 항목 측정
- 밀착계수 및 시력 측정
- 교육방법 및 내용
- 호흡보호구 착용 및 관리 인식도
- 통계 및 IRB

■ Result and Discussion

실험1(설문)

- 안경착용자의 불편감 및 렌즈착용 시 불편감

실험2(실험)

- 안경 핏팅 항목 및 시력 분포 비교
- 안경 핏팅 항목과 밀착계수, 시력 비교
- 안경착용자의 교육 전과 후 밀착계수 비교

보호구 착용이 산업안전 분야에서는 개선조치사항 중 마지막 단계이고 산업보건 분야에서는 전염 물질 및 유해물질을 보호하는 필수조치로 사용되고 있다1).

하지만 Akbar-khanzadeh 등2) 연구결과에 의하면 **약 90% 이상의 인원이 불편함을** 언급하였다. 개인보호구 착용 후 불편함 및 작업효율 저하의 경우는 지속적인 **보호구의 사용을 거부하거나 부적절하게 사용**되는 경우가 많다3).

한국갤럽의 조사에 의하면 매년 성인 **안경착용율이 증가**하였으며 불편함을 느끼는 사람 역시 증가한다고 추정할 수 있다. 그리고 안경 착용자의 불편감은 사람마다 원인과 수준도 다양하며 연령의 차이, 안경형태의 차이, 렌즈 도수의 차이 등 민감한 사람일수록 더 많은 불편을 느낀다4,5). 불편감은 **역학적 불편감과 시각적 불편감**으로 분류되며 주로 역학적 불편감이 시각적 불편감보다 많이 호소되는 것으로 보고되고 있다6).

역학적 불편감은 안경테의 흘러내림, 부적절한 안경테 선택 및 조정 상태, 코와 귀부위의 압박감 등이 조사되었다7,8).

시각적 불편감은 어지러움, 시력저하, 눈의 피로, 눈부심, 흐려보임, 크기의 변화, 복시 등으로 조사되었다6-8).

Kim1) 등의 연구결과에 의하면 규모별 여러 사업장에서 48.52% 이상에서 63.07% 이하로 **호흡보호구 착용에 대한 불편감**을 호소하였다.

사업장에서 호흡보호구를 착용 시 불편감을 호소한 이유로 Chang4) 등의 연구결과에 의하면 '**안경 착용이 불편하다**' '**시야확보가 곤란하다**', '**얼굴이 쪼인다**' '**호흡이 곤란하다**' 등을 호소하였다.

또한 안경착용으로 발생하는 다양한 역학적, 시각적 불편감도 나타나고 있다5-6). 아울러 **안경 착용자가 평소 호흡보호구 착용 시 안경으로 인한 불편감 역시 호소하는 경우가 증가**하고4) 그 수준 또한 매우 크다고 할 수 있다.

미국안구건강프로그램(National Eye Health Education Program : NEHEP)에서 사람이 **가장 큰 불편감**으로 느끼는 것은 **시력**으로 이었다.

References

- 1) K. Y. Kim, Y. G. Phee, K. J. Lee, J. J. Kim, Y. H. Ki, S. Y. Kim, and J. H. Whang, "A Study of Survey for PPE Selection and Wearing and Setup Standard of PPE in Korea", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 151-159, 2008.
- 2) I. K. Byun and Y. S. Yi, "A Experimental Study on the Performance of Filter- Integrated Half-masks", J. Korean Soc. Saf., Vol. 5, No. 3, pp. 3-7, 1990.
- 3) S. H. Hwang, M. K. Joo and L. B. Park, "The Research of Effects by using a Hearing Protection (Ear Plug) in the Military", J. Korean Soc. Saf., Vol. 28, No. 4, pp. 103-106, 2013.
- 4) S. S. Chang, H. W. Kim, H. A. Kim and Y. M. Roh, "Current Status of Respirator Usage and Analysis of Factors Causing Discontinued Use of Respirator in the Small - Scale Industries in Korea", Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, Vol. 8, No 1, pp. 133-145, 1998.
- 5) S. E. Lee and Y. H. Jin, "The Congruity between the Optical Center of Spectacles and Pupillary Center", Journal of Korean Oph. Soc, Vol. 40, No. 4, 1999.
- 6) Y. R. Cho, H. J. Park, G. C. Yoo, J. S. Sung and J. M. Kim, "A Study on Fitting Analysis of Spectacle Wearers", J. Korean Vis. Sci. Vol. 2, No. 2, pp. 205-209, 2000.

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Chang7) 등에서는 **호흡보호구 착용 시 불편감의 원인을 '안경착용의 불편함'과 '시야확보가 곤란함'** 등으로 조사하였다. 또한 안경착용으로 발생하는 시력문제 등 각종 불편감도 제시함(8-11). 뿐 만 아니라 레저스포츠와 야외활동자들에서도 불편감을 충분히 예상할 수 있다.

안경 착용 시 불편감의 원인은 동공중심과 렌즈광학적 중심의 불일치, 정점간 거리 등이 원인이다(10). 아울러 부적합한 핏팅은 적절치 않는 안경테의 문제, 동공 및 코 받침 위치와 수평한 정도, 정점간 거리, 안경다리의 위치 및 길이, 두부에 접촉 상태 순서로 제시되었다(12). 특히 안경 핏팅 중 눈의 동공과 렌즈의 불일치가 되면 프리즘을 발생되어 눈의 피로, 어지러움, 교정시력저하 등이 발생한다(11,13).

안경 핏팅 평가의 주요 요소로 광학중심점높이, 흘러내림, 경사각, 벌림각, 정점간 거리 등으로 기준이 된다(10). **광학중심높이**를 비교한 연구결과에서는 시력에서 영향을 미쳤다(8,14). 반면 동공중심과 렌즈의 중심점을 일치시킴으로서 눈의 피로를 현저하게 감소할 수 있었다(8,15). **정점간거리**에 따른 시력은 정점간 거리가 증가할수록 시력감소가 나타났으며(8,16) **경사각**은 눈의 회전 시 중심으로 부터 수직방향과 관계가 있었다(8,13)

Eoh and Shin의8) 연구에서는 안경착용자가 마스크를 착용 시 마스크와 안경 상호 간의 간섭과 중첩으로 영향을 미치며 그 결과 불편감과 밀착불량에 따른 누설, 안경위치의 변화로 인하여 착용 시력에도 영향을 미쳤다

References

- 1) M. J. Kim, H. J. Kim, S. Y. Kim and C. K. Joo, "The Wear Status of Soft Continuous Wear Contact Lens", Journal of Korean Academy Optometry Society, Vol. 4, No. 1, pp. 11-15, 2005.
- 2) J. Y. Choi, Y. Y. Song and J. C. Byun, "The Status of Contact Lens Wearing, Management and Eye Health Awareness among Female University Students in Jeju Area", J. Korea Ophthalmic Opt. Soc. Vol. 21, No. 3, pp. 203-214, 2016.
- 3) H. J. Kim, M. J. Kim, S. Y. Kim, J. S. Choi and C. K. Joo, "Relationship between Proteins Adsorption of Soft Contact Lens and Ocular Health", Journal of Korean Academy Optometry Society, Vol. 4, No. 1, pp. 16-20, 2005.
- 4) J. Y. Kim, T. I. Kim and J. W. Jung, "Evaluation of Pigment Location in Tinted Contact Lenses and Effects on the Ocular Surface", Journal of Korean Optometry Society, Vol. 16, No. 1, pp. 1-4, 2017.
- 5) D. H. Lee, S. H. Jo and J. E. Lee, "Clinical Study of Infectious Keratitis Caused by Contact Lens Wearing", Journal of Korean Optometry Society, Vol. 14, No. 1, pp. 22-26, 2015.
- 6) H. S. Lee and K. C. Yoon, "Diagnosis and Treatment of Contact Lens-Related Dry Eye", Journal of Korean Optometry Society, Vol. 14, No. 1, pp. 4-6, 2015.
- 7) S. S. Chang, H. W. Kim, H. A. Kim and Y. M. Roh, "Current Status of Respirator Usage and Analysis of Factors Causing Discontinued Use of Respirator in the

Small - Scale Industries in Korea", Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene, Vol. 8, No. 1, pp. 133-145, 1998.

- 8) W. S. Eoh and C. S. Shin, "The Effects of Interrelationship after Wearing between Respirators and Glasses Simultaneously", J. Korea Soc. Saf., Vol. 33, No. 1, pp. 47-53, 2018.
- 9) S. E. Lee and Y. H. Jin, "The Congruity between the Optical Center of Spectacles and Pupillary Center", J. Korean Oph. Soc. Vol. 40, No. 4, 1999.
- 10) Y. R. Cho, H. J. Park, G. C. Yoo, J. S. Sung and J. M. Kim, "A Study on Fitting Analysis of Spectacle Wearers", J. Korean Vis. Sci. Vol. 2, No. 2, pp. 205-209, 2000.
- 11) W. S. Eoh, Y. B. Choi and C. S. Shin, "Effects of Wearing between Respirators and Glasses Simultaneously on Physical and Visual Discomforts and Quantitative Fit Factors", J. Korea Soc. Saf., Vol. 33, No. 2, pp. 52-60, 2018.
- 12) H. J. Kim, K. J. Lee, K. C. Mah, S. J. Chung and H. J. Oh, "A Study on the Complaints of Spectacle Wearers", Journal of Korean Vis. Sci., Vol. 2, No. 2, pp. 197-203, 2000.
- 13) P. J. Sung, "Optometric dispensing", 3rd Ed. Seoul : Duhaekseorim, pp. 17, 2010.
- 14) H. Kim, S. A. Park, J. S. Baek, J. H. Park and E. H. Lee, "Measurement of Horizontal and Vertical Prism Diopter according to Difference between the Optical Center and Pupil Center", J. Korea Opt. Soc., Vol. 16, No. 1, pp. 1-5, 2005.
- 15) W. J. Park, S. W. Kim, H. Y. Hwang, D. S. Yu and J. S. Son, "Induced Prism by the Categories of Spectacle Frames", J. Korea Opt. Soc. Vol. 17, No. 3, pp. 311-319, 2012.
- 16) J. H. Kim and H. J. Lee, "Clinical Estimation of Corrected with Change in Vertex Distance", J. Korean Oph. Opt., Vol. 15, No. 1, pp. 25-30, 2010.

References

- 1) J. Kang, J. M. Odonnell, B. Colaianne, N. Bircher, D. Ren and K. J. Smith, "Use of Personal Protective Equipment Among Health Care Personnel : Results of Clinical Observations and Simulations", American Journal of Infection Control, Vol. 45, No. 1, pp. 17-23, 2017.
- 2) F. Akbar - kharzadeh, M. S. Bisesi and R. D. Rivas, "Comfort of Personal Protective Equipment", Applied Ergonomics, Vol. 26, No. 3, pp.195-198, 1995.
- 3) D. A. Lombardi, S. K. Verma, M. J. Brennan and M. J. Perry, "Factors Influencing Worker Use of Personal Protective Eyewear", Accident Analysis & Prevention, Vol. 41, No. 4, pp.755-762, 2009.
- 4) G. E. Garcia, "Handbook of Refraction 4th ed", Little, Brown and Co, Boston Toronto London, pp. 168-212, 1989.
- 5) H. D. Kim, "Survey on the Status of Glasses Wear of Young People in Korea", Journal of Korean Oph. Opt. Vol. 12, No. 2, pp. 1-4, 2007.
- 6) H. J. Kim, K. J. Lee, K. C. Mah and C. H. Won, "A Study on the Complaints of Spectacle Wearers in Middle School Students", Journal of Korean Vis. Sci. Vol. 5, No. 2, pp. 1-7, 2003.
- 7) E. A. Kinter, "The Relative Role Physical Feature of Spectacles of Spectacles as Factors in Wearing Comfort Master's Thesis", Bloomington, Indiana university, pp. 32, 1970.
- 8) H. J. Kim, K. J. Lee, K. C. Mah, S. J. Chung and H. J. Oh, "A Study on the Complaints of Spectacle Wearers", Journal of Korean Vis. Sci. Vol. 2, No. 2, pp. 197-203, 2000.
- 9) K. J. Lee, H. S. Leem and T. W. Jang "Facial measurements and Analysis of Korean College Student in Kyonggi Province", Journal of Korean Vis. Sci. Vol.2, No.1, pp. 95-104, 2000.
- 10) Pickwell D. "Binocular Vision Anomalies Butterworths London", pp. 7-8, 1984.
- 11) Y. D. Lee, Y. I. Lee and S. R. Bae, "Prism Diopter for Unconformity between the Optical Center and the Pupil

미국산업위생학회 (America Industrial Hygiene Association, AIHA)

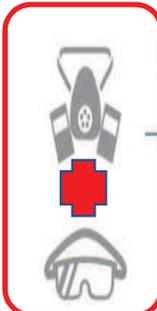
반면형 마스크 착용 시 안경 및 고글 등 다른 보호구들과 같이 사용할 때 **밀착**에 영향을 미치게 된다는 주의사항을 제시하고

전면형 마스크의 경우는 **렌즈 착용** 등의 대책을 권고하고 있다.

9 개인보호구 및 구명 장비 - 눈/얼굴 보호

» 관련기준 : CFR 1926.102 (건설업 안전보건규정 > 개인보호구 및 생명구조장비 > 눈 및 얼굴 보호)

이 기준은 비산 입자, 화학가스 또는 증기와 같이 눈이나 얼굴에 대한 위험요소에 노출된 근로자를 위한 적절한 개인보호장비에 대해 다루고 있음



» 총 위반건수 : 1,369건 - 전년도(2019년) 순위 : (↑ 1)10위(1,630건)

» 상위 4대 조항

1. [1926.102(a)(1)] 사업주는 비산 입자, 녹은 금속, 액체 화학물질, 산성 또는 부식성 액체, 화학 가스 또는 증기, 유해 광선과 같은 눈이나 얼굴에 대한 위험요소에 노출된 근로자가 적절한 눈 또는 얼굴 보호 장비를 사용하도록 해야 한다. (위반건수 1,340건)
2. [1926.102(a)(2)] 사업주는 비산물 위험이 있을 경우, 근로자가 얼굴 측면부를 함께 보호할 수 있는 안구 보호 장비를 사용하도록 해야 한다. 착탈식 측면 보호 장치(예, 클립온 또는 슬라이드 방식 측면 실드)는 이 절에 규정된 요구조건에 부합되어야 한다. (위반건수 22건)
3. [1926.102(a)(3)] 사업주는 시력 교정용 안경을 사용하는 근로자가 눈 관련 위험요소가 있는 작업을 하는 경우, 보호 안경 또는 시력 교정용 안경이 제 위치를 이탈하지 않도록 하면서 시력 교정용 안경 위에 착용할 수 있는 눈 보호구를 사용하도록 해야 한다. (위반건수 6건)
4. [1926.102(b)(1)] 눈 및 얼굴 보호 장비는 합의된 규격을 준수해야 한다. (위반건수 1건)

출처 : 미국 워싱턴주 노동안전국/ 안전보건공단

Introduction-Object

1. 호흡보호구 착용 및 관리와 교육수행환경에 따른 인식도, 교육내용요구도, 불편감 조사, 밀착인식도

2. **안경착용자**의 방진마스크와 안경을 동시 착용 시

- 물리적 및 시각적 **불편감/ 콘택트 렌즈 불편감**
- 마스크와 안경을 우선착용에 따라 광학중심점 높이 (Optical Center Height, OH), 정점간거리(Vertex Distance, VD), 경사각(Pantoscopic Angle, PA) 등에 변화
- 안경 핏팅에 의한 **밀착계수와 착용시력의 차이**를 파악하기 위함.
- 밀착계수의 교육 전과 후의 변화(**교육 횟수와 안경착용**)

1





+







동시 착용 시 불편감 및 불편 시 조치사항

1. 안경과 마스크 동시 착용 시 불편감
2. 콘택트 렌즈의 불편감

2



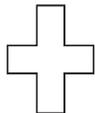


+



1. 우선순위에 따른 광학 중심점 높이, 정점간 거리, 경사각의 변화와 밀착계수와 착용시력 비교
2. 안경착용자의 교육전과 후의 밀착계수 변화

1



동시 착용 시 불편감 및 불편 시 조치사항

1. 안경과 마스크 동시 착용 시 불편감
2. 콘택트 렌즈의 불편감

KOSHA 한국산업안전보건공단	
<p>중요사항 : 안경에 대한 설명서</p> <p>안경착용 용목안경과 안전안경과 함께 잘 착용할경우의 경우일 경우착용하기 신중을 기하야 하는것을 유의한다. 잘 착용 할것을 위하는 사항일 경우기타 안전장비 착용과도 관련 한 안경으로 같이 착용할 경우의 안전 문제를 제기해 설명하시라기 바란다.</p> <p>안경은 안전장비 중구속장비로써 착용하는 사람이 그 착용을 목적으로 하더라도 주의를기반으로 충분히 숙달한 다음 착용해 착용하기 쉬운 안경이 적합하다(안경 고지 절단 등 안전 목적의 안경이 사용될 경우로 사용으로 적절합니다.)</p> <p>문헌자료 : 산업안전 2008 제2호, 4호와 제2008-2009호</p> <p>관련법령 : 안전보건법 4. 안전보건법 제41조 제1항</p> <p>관련법령 : 안전보건법 4. 안전보건법 제41조 제1항</p> <p>관련법령 : 안전보건법 4. 안전보건법 제41조 제1항</p>	<p>1. 일반적 사항</p> <p>1. 고충민원은 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 전화 <input type="checkbox"/> 방문</p> <p>2. 우리 센터는 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 24시간 "119"에 전화 <input type="checkbox"/> 24시간 "112"에 전화 <input type="checkbox"/> 24시간 "112"에 전화 <input type="checkbox"/> 24시간 "112"에 전화</p> <p>3. 우리 센터의 업무는 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무</p> <p>4. 우리 센터의 업무는 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무</p> <p>5. 우리 센터의 업무는 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무</p> <p>6. 우리 센터의 업무는 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무 <input type="checkbox"/> 업무</p> <p>2. 고충민원 접수 방법</p> <p>1. 고충민원에 관한 고충은 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 전화 <input type="checkbox"/> 방문 <input type="checkbox"/> 방문</p> <p>2. 고충민원에 관한 고충은 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 전화 <input type="checkbox"/> 방문 <input type="checkbox"/> 방문 <input type="checkbox"/> 방문</p> <p>3. 고충민원에 관한 고충은 어떻게 접수합니까? <input type="checkbox"/> 전화 <input type="checkbox"/> 방문 <input type="checkbox"/> 방문 <input type="checkbox"/> 방문</p>

설문지

Experiment(Method)

대상인원

1) 호흡보호구 착용 및 관리

분진 발생하는 제조 사업장에서 근무하는 근로자 153명을 조사하였다.



Classification		Number (%)
Type of employment	Typical	81(52.9)
	Atypical	72(47.1)

classification	Typical	Atypical	Total	
Gender	Male	60(74.1)	13(18.1)	73(47.7)
	Female	21(25.9)	59(81.9)	80(52.3)
Age	20 ~ 29	18(19.7)	11(15.3)	27(17.6)
	30 ~ 39	40(49.4)	25(34.7)	65(42.5)
	40 ~ 49	22(27.2)	24(33.3)	46(30.1)
	50 ≤	3(3.7)	12(16.7)	15(9.6)
Work duration	<5	38(46.9)	69(95.8)	107(69.9)
	5 ~ 9	14(17.3)	0(0)	14(9.2)
	10 ~ 19	20(24.7)	0(0)	23(15.0)
	20 ≤	9(11.1)	3(4.2)	9(5.9)
Education level	<High	19(23.5)	66(91.7)	85(55.6)
	College	27(33.3)	4(5.6)	31(20.1)
	University ≤	35(43.2)	2(2.7)	37(24.3)
Work part	Management, Logistics	19(23.5)	24(33.3)	43(28.1)
	Production	28(34.6)	48(66.7)	76(49.7)
	Research, Quality assurance	34(41.9)	0(0)	34(22.2)
	Total	81(52.9)	72(47.1)	153(100.0)

2) 불편감과 밀착인식

안전공학과 학생 **안경착용자** 58명,



Classification		Number (%)
Gender	Male	44 (75.9%)
	Female	14 (24.1%)

Experiment(Method)

설문지

호흡보호구 인식에 대한 설문조사

안녕하세요
충북대학교 안전총괄과 방독 및 작업환경관리 연구실 연구책임자 신형삼 교수 박사과정 어원석입니다.
본 연구는 호흡보호구를 취급하는 사업장 근로자를 대상으로 호흡보호구에 관한 인식도(착용 관리, 불균형 등)에 대한 연구를 위하여 설문조사하고자 합니다.
따라서 관련된 설문 연구목적에만 사용되는 사항이며 그 결과는 통계적으로 처리되거나 귀찮으시더라도 솔직히 답변없이 모든 항목에 응답하여 주시면 대단히 감사하겠습니다. 조사 결과는 본 연구의 목적에 근거하여 소중한 자료로 사용하도록 하겠습니다.
연구명세서 : 연구책임자 신형삼 교수연구실, 박사과정 어원석(010-3680-9342)

(개인정보의 수집 및 이용목적)
① 설문조사목적 연구수행에 사용

(개인정보 수집항목)
① 성명, 성별, 연령, 학력(이력), 국가등록번호, 소거지, 기타사항 등
② 근무지(직명) : 사업장명, 공장, 작업, 일차(이력), 국가등록번호, 소거지, 기타사항 등

(개인정보의 보유기간 및 보유방법)
① 귀하께서 제공하신 개인정보는 본 설문조사목적에 필요한 기간을 초과하지 않는 범위에서 보유하며, 필요시 삭제됩니다.
본 설문조사에 동의하신 사항은 기록을 하였으며, 귀하의 개인정보 수집이후에 동의합니다.

생년월일 ()년 ()월 ()일
성명 ()성 ()명

1. 고용형태는 어떻게 되십니까? 정규직 비정규직

2. 귀 하의 연령은 어떻게 되십니까?
 20세 이상 ~ 25세 미만 25세 이상 ~ 30세 미만
 30세 이상 ~ 35세 미만 35세 이상 ~ 40세 미만 기타 ()세

3. 귀 하의 성별은 어떻게 되십니까?
 남 여

4. 귀 하의 근무하는 업종(직업)은 어떻게 되십니까?
 학업 제조업 건설업 서비스업 기타

5. 귀하의 최종학력은 어떻게 되십니까?
 고졸 대졸 대학원 기타

6. 귀 하의 (학교)근무 경력은 어떻게 되십니까?
()년 ()개월

2. 교육 수행 횟수 여부

1. 호흡보호구에 관한 교육은 누구한테 받으셨습니까(교육강사)?
 동료 사내교육(안전 및 보건담당자, 관리자)
 사내교육(법정, 노조대표, 명예산업안전감독관) 외부교육 없음

2. 호흡보호구에 관한 교육은 언제 받으셨습니까(교육시점)?
 한 달 이내 3개월 이내
 6개월 이내 1년 이내 없음

3. 호흡보호구에 관한 교육은 얼마나 받으셨습니까? (교육시간)

호흡보호구 착용 시 불편감 조사 및
호흡보호구 밀착도에 대한 설문조사

안녕하세요
충북대학교 안전총괄과 방독 및 작업환경관리 연구실 연구책임자 신형삼 교수
공통연구실 교수 최영복 박사과정 어원석입니다.
본 연구는 안전착용자의 불편감과 밀착계수 비교 및 호흡보호구와 안전 통시 착용
시 영향에 대한 연구를 위하여 설문조사하고자 합니다.
따라서 관련된 설문 연구목적에만 사용되는 사항이며 그 결과는 통계적으로 처
리되거나 귀찮으시더라도 솔직히 답변없이 모든 항목에 응답하여 주시면 대단히
감사하겠습니다. 조사 결과는 본 연구의 목적에 근거하여 소중한 자료로 사용하
도록 하겠습니다.
연구명세서 : 연구책임자 신형삼 교수연구실, 공동연구실 정명보 교수연구실, 박사과정 어원석(010-3680-9342)

(개인정보의 수집 및 이용목적)
① 설문조사목적 연구수행에 사용

(개인정보 수집항목)
① 성명, 성별, 연령, 학력(이력), 국가등록번호, 소거지, 기타사항 등
② 근무지(직명) : 사업장명, 공장, 작업, 일차(이력), 국가등록번호, 소거지, 기타사항 등

(개인정보의 보유기간 및 보유방법)
① 귀하께서 제공하신 개인정보는 본 설문조사목적에 필요한 기간을 초과하지 않는 범위에서 보유하며, 필요시 삭제됩니다.
본 설문조사에 동의하신 사항은 기록을 하였으며, 귀하의 개인정보 수집이후에 동의합니다.

생년월일 ()년 ()월 ()일
성명 ()성 ()명

1. 귀 하의 연령은 어떻게 되십니까?
 20세 이상 ~ 25세 미만 25세 이상 ~ 30세 미만
 30세 이상 ~ 35세 미만 35세 이상 ~ 40세 미만 기타 ()세

2. 귀 하의 성별은 어떻게 되십니까?
 남 여

3. 귀 하의 근무하는 업종(직업)은 어떻게 되십니까?
 학업 제조업 건설업 서비스업 기타

4. 귀하의 최종학력은 어떻게 되십니까?
 고졸 대졸 대학원 기타

5. 귀 하의 (학교)근무 경력은 어떻게 되십니까?
()년 ()개월

2. 의사소통 및 시각(시력)문제

1. 귀 하의 현재의 시력은 얼마입니까?
()

2. 귀하가 하루에 안경착용 시간이 어느 정도 되십니까?
()시간 / 하루

3. 귀 하의 건강검진을 통해 안과소견이 있었습니까? (소견내용)
 있다 없다

4. 귀 하의 평소 안경착용이 있었습니까? (시각장애내용)
 있다 없다

1) 일반적 현황으로 고용형태, 성별, 학력, 근무경력 등 구성하였고 4문항의 **호흡보호구 착용 및 관리/ 교육 수행환경(교육강사, 교육시점, 교육시간, 교육횟수,교육방법) / 교육내용 요구에 대한 인식도**를 조사하였다.

1) 평소 우선착용여부, 안경과 마스크 동시 착용 시 및 컨택트 렌즈의 **불편감, 밀착인식도**(호흡보호구 적합성, 누설위치, 밀착검사의 목적, 시점과 시기, 밀착불량 원인 및 동작 등)10가지 문항으로 구성

2) SAS 9.2를 이용하여 t- test를 이용하여 **평균과 표준편차**를 분석하였다.

Result (불편감에 대한 우선적 조치)

'호흡보호구를 우선적으로 착용함' 19건

'불편함을 참음' 14건,

'호흡보호구를 착용 하지 않음' 12건

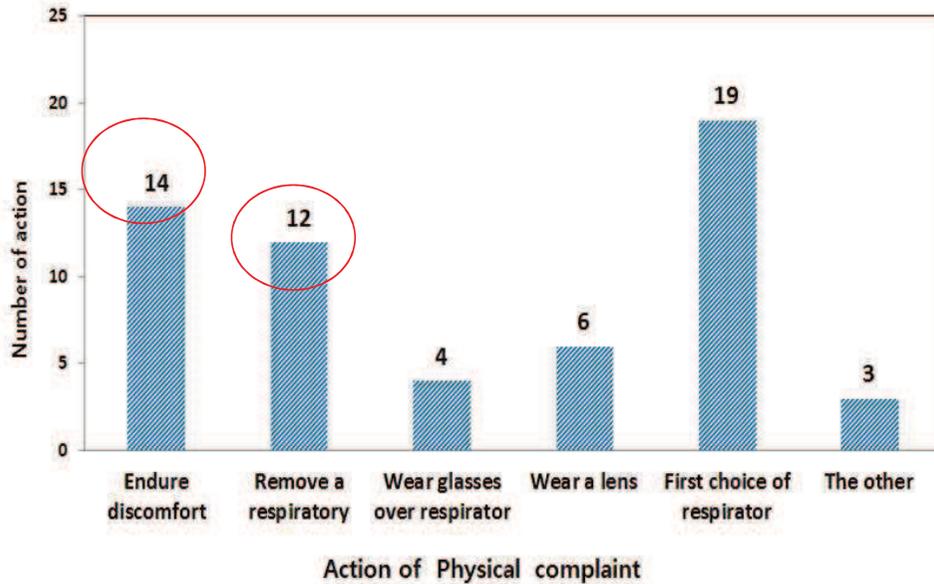


Fig. Usual action of physical complaint.

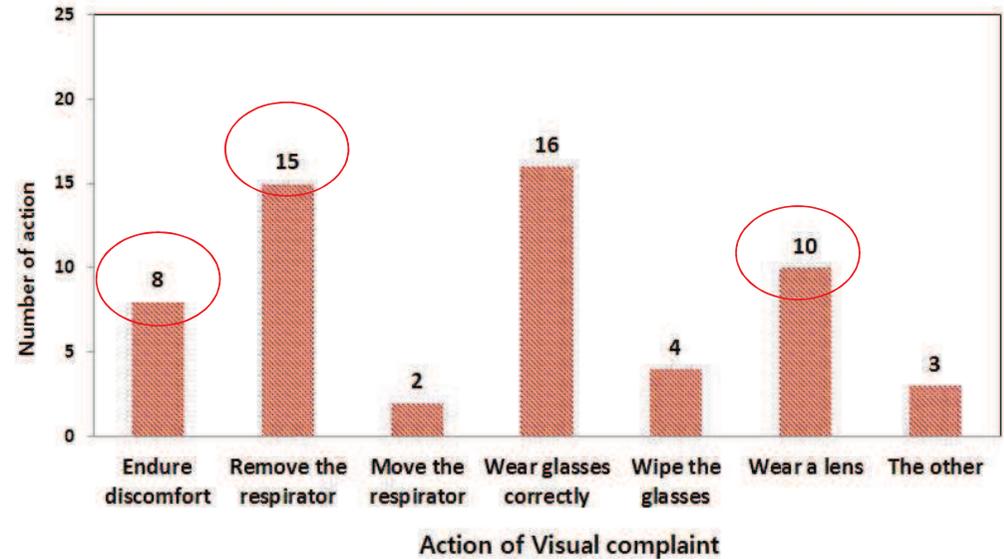


Fig. Usual action of visual complaint.

'호흡보호구를 올바르게 착용함' 16건,

'호흡보호구를 착용하지 않음' 15건,

'렌즈를 착용함' 10건, '불편함을 참음' 8건

Result (우선(동시) 착용에 대한 안경불편감)

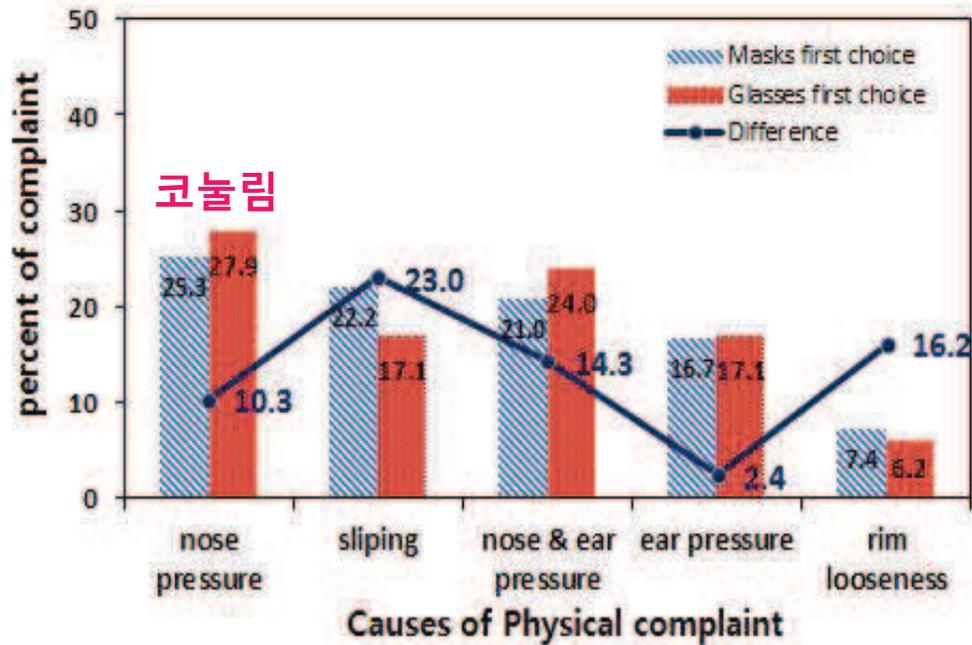


Fig. Physical complaint according to first choice

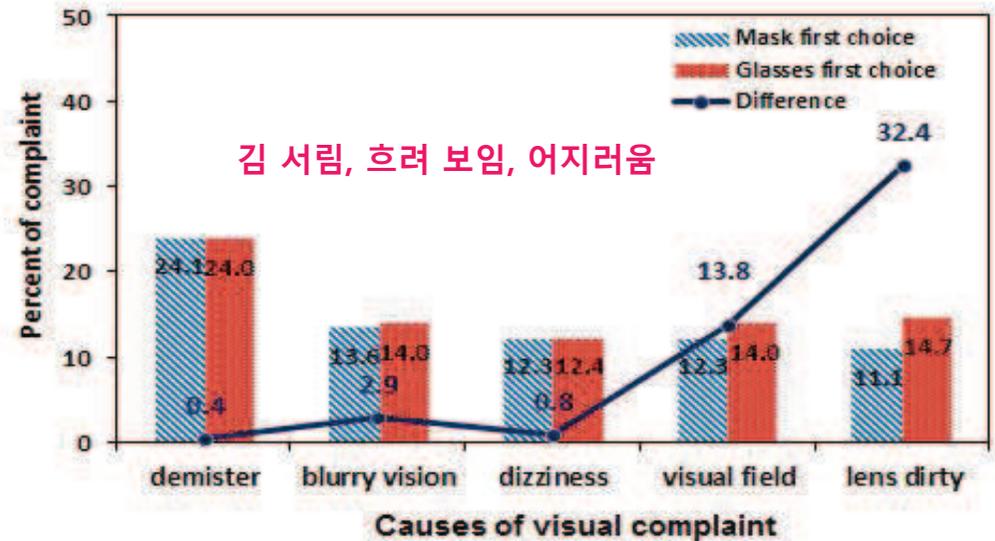


Fig. Vision complaint according to first choice

Result

Table. Complaint of mask and glasses wear first choice (unit : n(%))

Classification	Complaint	No complaint
Mask first choice	54(93.1)	4(6.9)
Glasses first choice	43(74.1)	15(25.9)

동시 착용 시 안경으로 인한 불편감이 매우 높다는 것을 확인 할 수 있었다.

Table . First Choice 안전보건전공자는 마스크우선, 현장근로자는 안경우선 착용

Classification	Mask first choice		Glasses first choice	
	N	%	N	%
Workplace workers	30	33.7	59	66.3
Occupational health professional	18	60.0	12	40.0
University students	40	64.5	22	24.7

Result

Table . Complaints according to lens wear

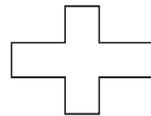
Classification	N	%
Hyperemia(충혈)	12	25.0
Ophthalmodynia(안구통증)	4	8.3
Dry sensation(건조감)	11	22.9
Burning sensation(작열감)	1	2.1
Foreign body sensation(이물감)	7	14.6
Photophobia(눈부심)	1	2.1
Itching sensation(가려움증)	1	2.1
Dacryorrhea(눈물흘림)	2	4.2
Decreased V. A (시력저하)	1	2.1
Depression V. F (시야감소)	3	6.3
Diplopia (복시현상)	1	2.1
Hula phenomenon(홀라현상)	1	2.1
Cornea damage(각막손상)	1	2.1
Dazzling(눈시림)	1	2.1
The other(기타)	1	2.1
총계	48	100

Result

	Classification	N	%
불편감	Hyperemia(충혈)	15	21.0
	Ophthalmodynia(안구통증)	6	8.5
	Dry sensation(건조감)	17	23.9
	Foreign body sensation(이물감)	12	16.9
	Dacryorrhea(눈물흘림)	3	4.2
	Depression of visual range(시야감소)	3	4.2
	Dazzling(눈시림)	4	5.6
	The others(기타)	11	15.5
	Total	71	100
불편감 발생시 우선적행동	Treatment in ophthalmic clinic	6	9.4
	Stop wearing lens	13	20.3
	Lens replacement optical shop's advice	4	6.3
	Lens change	9	14.1
	Use the drugs purchased at Pharmacy	15	23.4
	Glasses wearing	17	26.6
	Total	64	100

Table · Complaints according to lens wear and dealing with contact lens-related complaints

2



1. 우선순위에 따른 광학 중심점 높이, 정점간 거리, 경사각의 변화와 밀착계수와 착용시력 비교
2. 안경착용자의 교육전과 후의 밀착계수 변화

Experiment(Method)

대상인원

1) **안경착용자 58명,**

[기준]

밀착계수의 값이 현저히 낮거나, 백내장, 녹내장, 비정상적인 안저 소견, 얼굴기형, 사시, 스크래치가 많이 발생한 4명을 제외한 **54명**을 측정하였다.

보호구(마스크)

Free size, 1급, 컵형 방진 마스크는 Y사의 모델



Cup type respirator

Classification		Number (%)
Gender	Male	44 (75.9%)
	Female	14 (24.1%)

Experiment(Method)

보호구(마스크)

전체 모양은 컵 모양처럼 둥그스러운 형태/전면에 배기 밸브와 양쪽 상하좌우에 두 개의 머리 끈이 부착/ 알루미늄 재질의 코 클립이 마스크 상단 코 부분에 부착



(a) A front view(The outside)



(b) A back view(The inside)



(c) A lateral view

승실대학교 안전보건융합공학과 어원석

Experiment(Method)

안경 핏팅 parameter/factor 및 계측방법

Instrumentation tool of glasses fitting factor



Fig. 2. The actual measure of glasses fitting parameter.

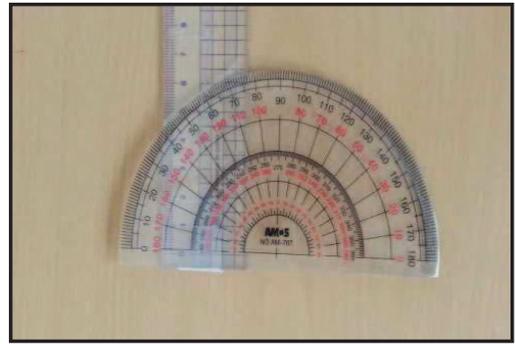


Fig . Standard and change point of glasses fitting factors and donning state according to first choice

Experiment(Method)

마스크와 안경의 우선 착용 기준

본 실험의 우선순위는 마스크와 안경을 동시착용 시 둘 중 한 개를 안정적으로, 우선적으로 착용한 후 다른 한 개를 착용하는 것을 의미한다.

즉, **마스크 우선 착용 시**는 마스크를 먼저 안정적으로 착용한 후 나중에 안경을 착용함을 말하고, **안경 우선착용 시**는 안경을 먼저 안정적으로 착용한 후 나중에 마스크를 착용함을 말한다.



(a)Mask first choice



(b)Glasses first choice

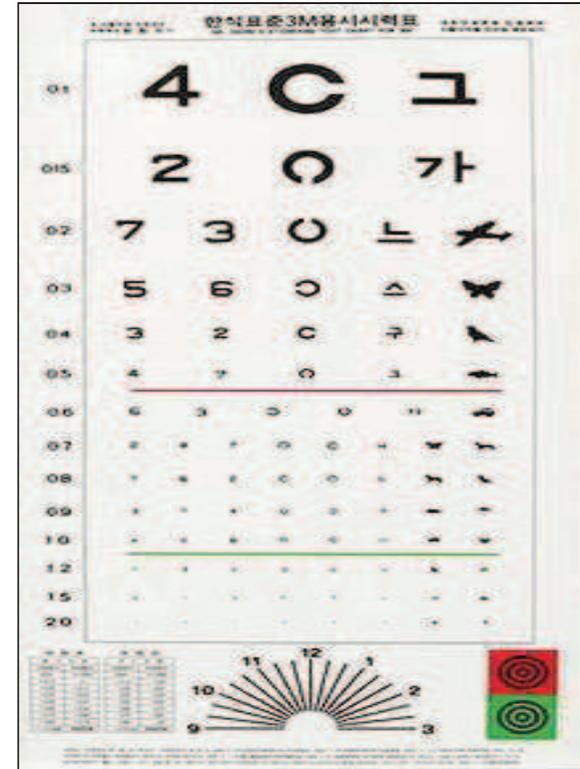
Fig. Mask and glasses donning state according to first choice

Experiment(Method)

시력 측정방법

한국산업규격 KS PISO 8596에 정해진 안광학 시력
검사 표준 시표와 그 표시법의 일부 내용에 의거

- 1) 시력표는 **한천석 시력표를 사용하였으며 5m 거리에서 좌측**
(Left Visual Acuity, LV)시력을 측정하였다.
- 2) 피험자의 평소 시력(VA)을 기준 점으로 정하고 마스크 및 안경 우선
순위에 따라 각 각 변경되는 시력(VA)을 변경 점으로 규정하였으며
이를 **비율**로 계산하였다.



한천석 시력 차트

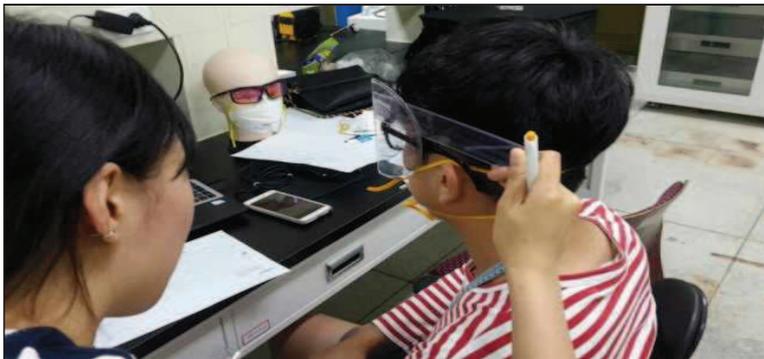
Experiment(Method)



(a) optical center height



(a) Normal breathing



(b) vertex distance and pantoscopic angle.

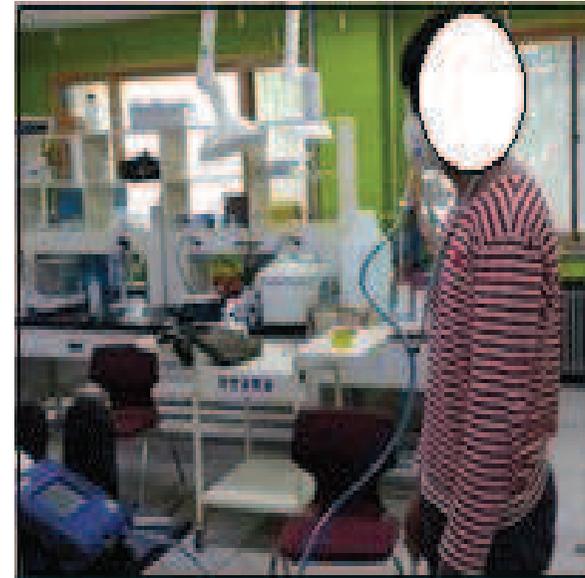


(b) Bending over

Experiment(Method)

밀착계수측정

미국 TSI사의 정량적 밀착도 시험기(**portacount Pro+8038**)를 사용하여 측정Overall fit factor는 다음 식에서 따라 산출하였다.
QNFT(quantitative fit testing; QNFT) OSHA protocol 8개 동작 중
1번 정상 호흡(normal breathing)
2번 깊은 호흡(deep breathing)
3번 허리 굽히기(bending over)
4번 머리를 좌우로 움직임(turning head side to side)
5번 머리를 상하로 움직임(moving head up to up)
6번 정상 호흡(normal breathing) **6개 동작을 선택함.**



$$\text{Fit factor(FF)} = C_o / C_i \text{ -----(1)}$$

C_o : 공기 중 농도

C_i : 마스크 내부 농도

$$\text{Overall fit factor} = n / (1/ff_1 + 1/ff_2 + \dots + 1/ff_n) \text{ ---(2)}$$

ff : 각 동작 수행 시 fit factor

n : 동작의 수

Experiment(Method)

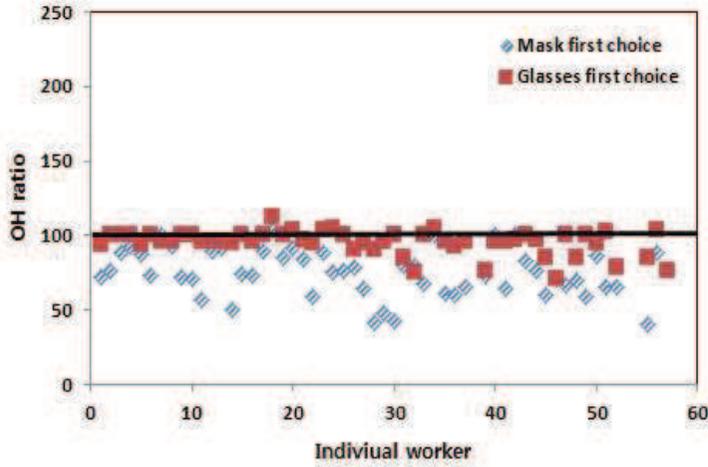
통계분석

1) 밀착계수 측정 자료의 통계분석은 SAS ver 9.2를 이용하여 실시하였다. 방진 마스크의 형태 및 착용방법에 대한 교육 전과 후의 밀착계수 값과 마스크와 안경 둘중에서 우선순위에 따른 교육 전과 후의 Overall fit factor 측정값은 **Univariate**로 확인한 결과

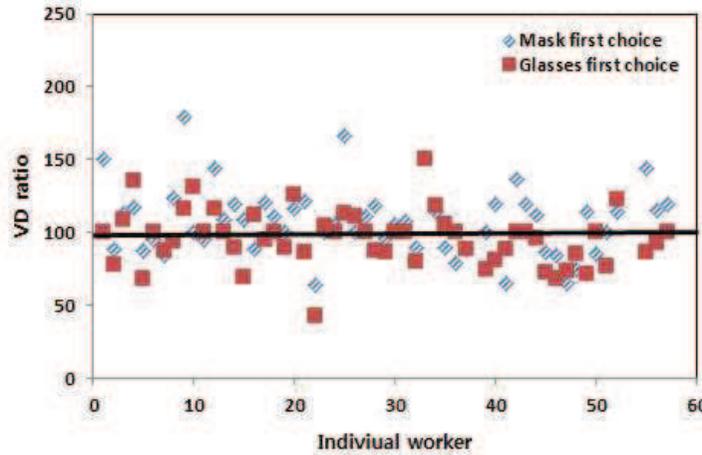
대수 정규 분포에 따라 **기하평균(Geometric mean, GM)**과 **기하표준편차(Geometric standard deviation, GSD)**로 구함
유의성 검정은 모수가 적어 **비모수 통계인 Wilcoxon** 검정
유의 수준은 $P=0.05$ 로 하였다.

우선순위별 OH, PA, VD, VA 각각의 분포와 밀착계수 **교육전과 후는 Paired -t-test**로 비교하였고 안경 핏팅 항목 (OH, PA, VD), Overall fit factor(평균밀착도)와 Visual Acuity(착용시력)의 관계를 **Pearson Correlation**이용하여 **상관분석**을 실시하였다.

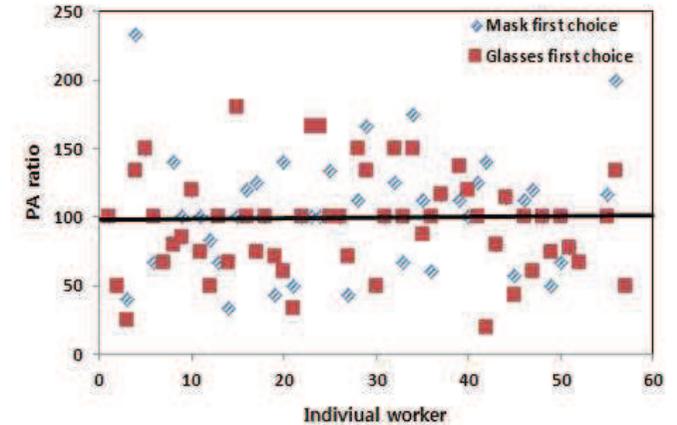
Result(우선착용에 따른 안경핏팅의 변화)



(a) Distribution of OH
(광학중심점높이)
(p=0.000)



(b) Distribution of VD
(정점간 거리)
(p=0.000)



(c) Distribution of PA
(경사각)
(p=0.404)

Fig. Distribution of glasses fitting factor according to first choice

Result(안경 핏팅 비율 변화)

Table. OH, VD, PA ratio according to first choice(N)

Classification		Mask first choice N(%)	Glasses first choice N(%)
(광학중심점높이) OH ratio	<90	45(83.3) ↑	9(16.7)
	90~110	9(16.7)	44(81.5) ↑
	>110	0(0)	1(1.8)
(정점간 거리) VD ratio	<90	14(25.9)	20(37.0) ↑
	90~110	15(27.8)	23(42.6) ↑
	>110	25(46.3) ↑	11(20.4)
(경사각) PA ratio	<90	20(37.0)	23(42.6)
	90~110	12(22.2)	16(29.6)
	>110	22(40.7)	15(27.8)
Total		54(100)	

Result(상관관계)

Table . Correlation analysis(GM(GSD))

		O/F	VA	OH	VD	PA
O/F (밀착계수)	Pearson correlation(r)	1				
	p					
VA (시력)	Pearson correlation(r)	-0.095	1			
	p	0.492				
OH (광학중심높이)	Pearson correlation(r)	-0.409	0.016	1		
	p	0.002**	0.907			
VD (정점간거리)	Pearson correlation(r)	-0.075	-0.222	-0.079	1	
	p	0.589	0.106	0.567		
PA (경사각)	Pearson correlation(r)	-0.047	0.067	0.204	-0.082	1
	p	0.732	0.630	0.139	0.555	

Result(우선적 착용에 따른 개인 및 동작별 밀착계수)

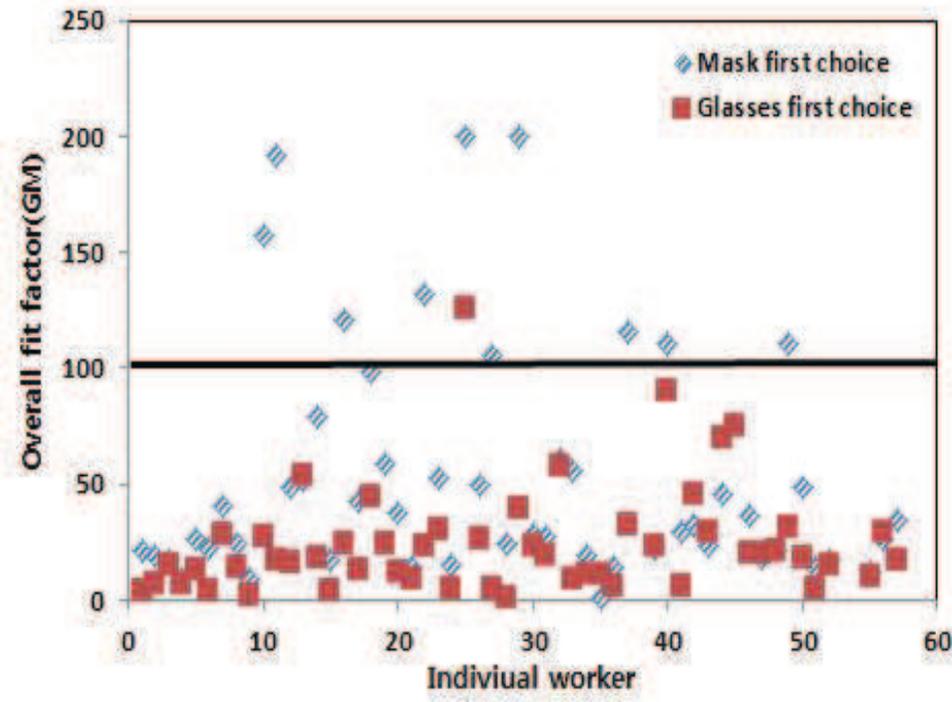


Fig . Distribution of fit factors individual according to first choice

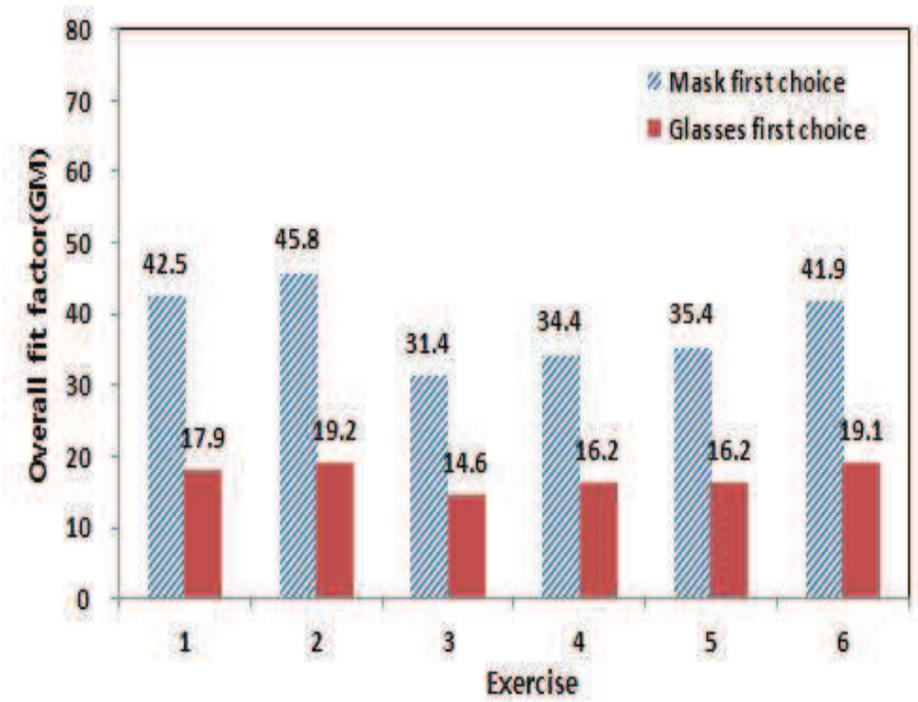


Fig . Geometric means of fit factors exercise according to first choice

Result (우선적 착용에 따른 평균 밀착계수)

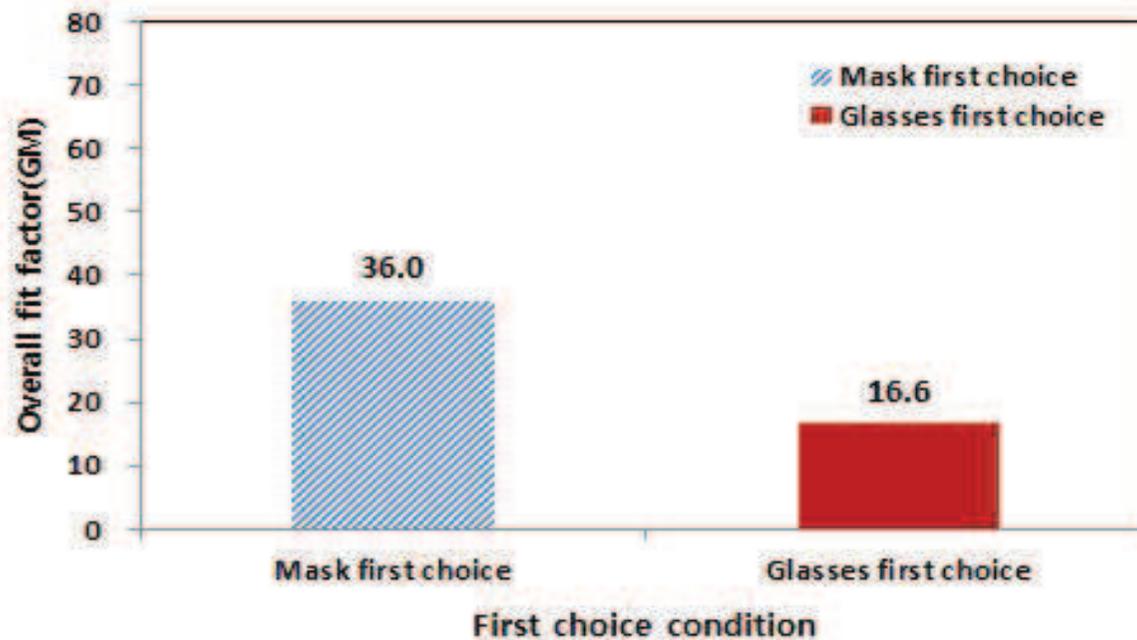


Fig. Geometric means of Overall fit factors according to first choice

Result (우선적 착용/ 안경피팅항목에 따른 밀착계수)

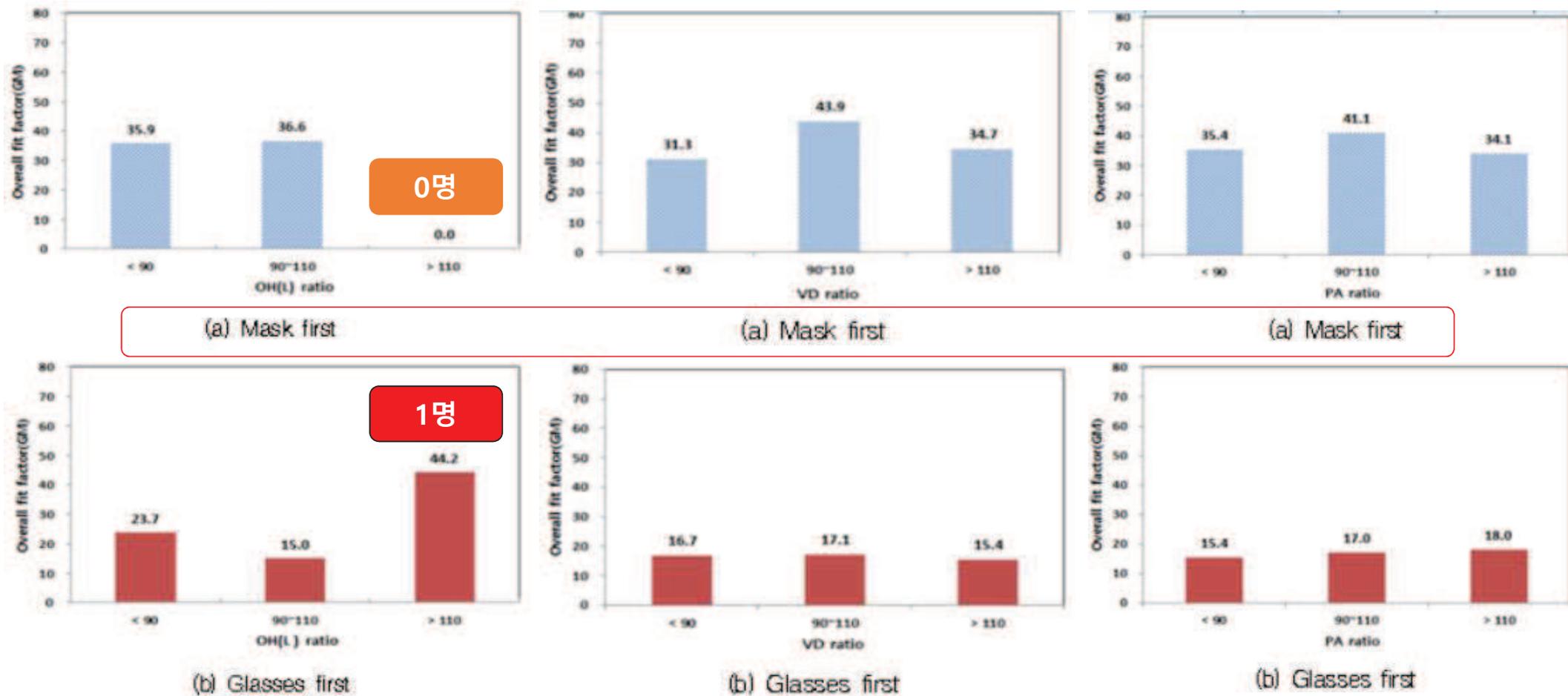


Fig . Geometric means of fit factors for OH, VD, PA ratio according to first choice

Result (바로 전 슬라이드와 같은내용입니다)

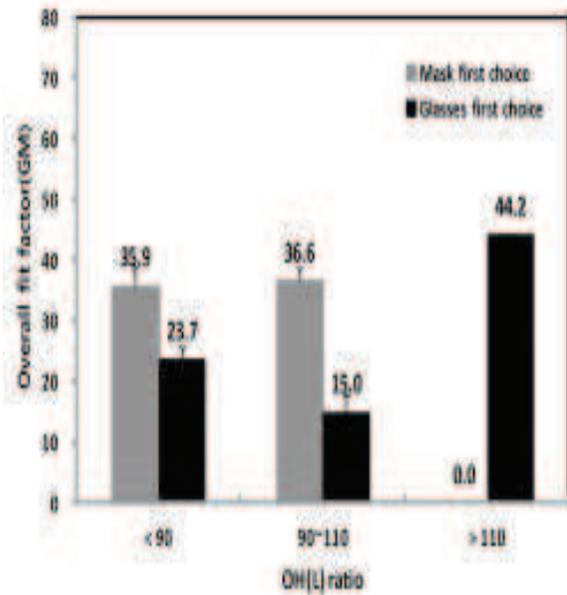


Fig. 7. Geometric means of fit factors for OH ratio according to first choice;

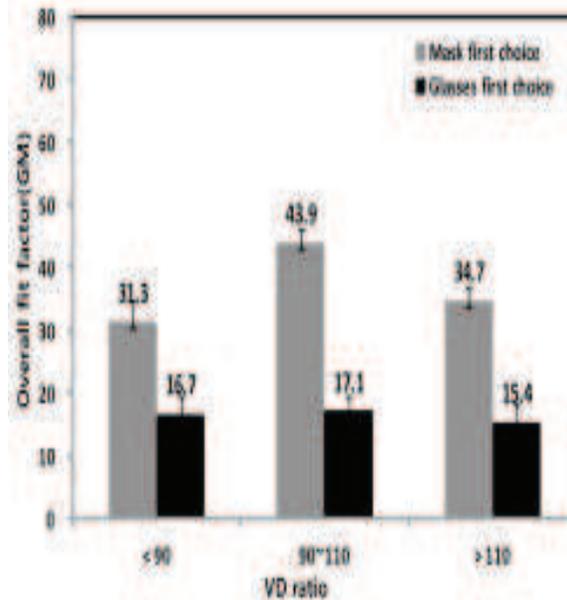


Fig. 8. Geometric means of fit factors for VD ratio according to first choice.

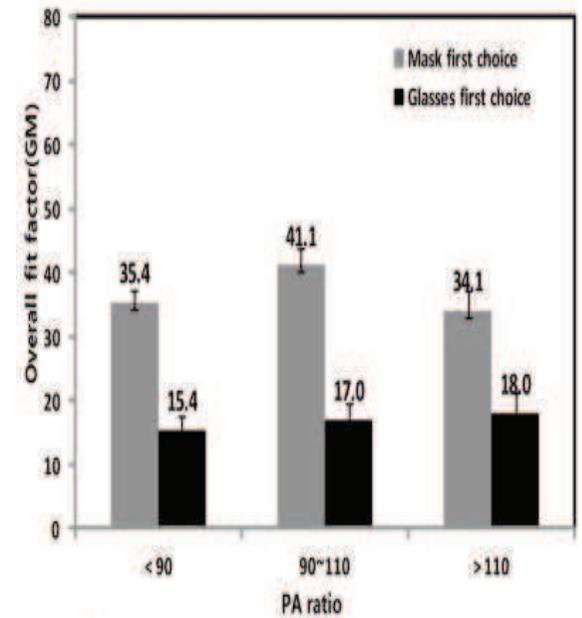


Fig. 9. Geometric means of fit factors for PA ratio according to first choice.

선행연구에서 우수한 밀착도를 유지하기 위한 효율적 방안으로 교육을 추천함. 아울러 한 집단의 인식을 변화시켜 실제적으로 재해가 감소하는 것은 교육의 중요성이라고 할 수 있다.

사업장 안전보건교육은 현장 중심의 실질적인 교육방법이 제시되어야 하며 시범, 실습 등의 방법의 우수성이 보고되고 있다.

(OSHA, HSE, CCOHS, 조용진 등 2012, 박경옥 2017, 어원석 등 2021)

Result(개인별 교육전과 후 밀착계수)

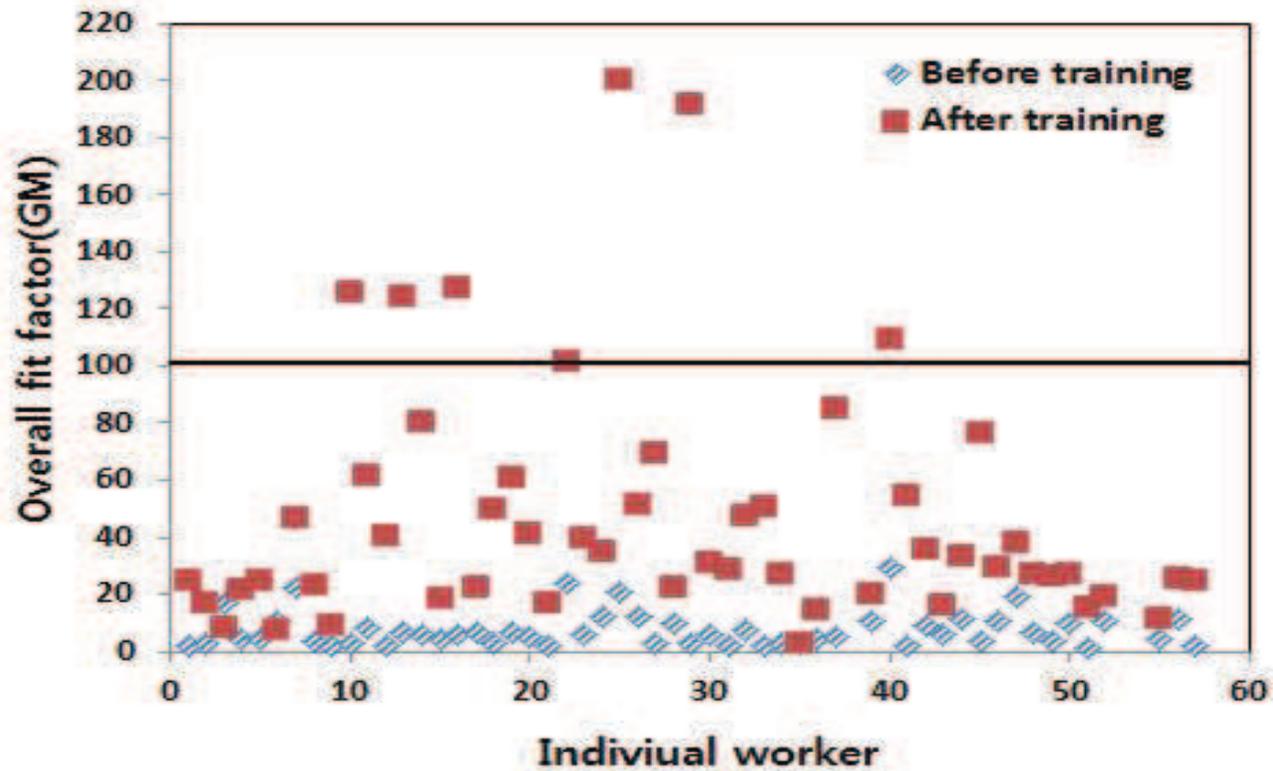


Fig. Result of overall fit tests for before and after fit training

Result(동작 및 평균 교육전과 후 밀착계수)

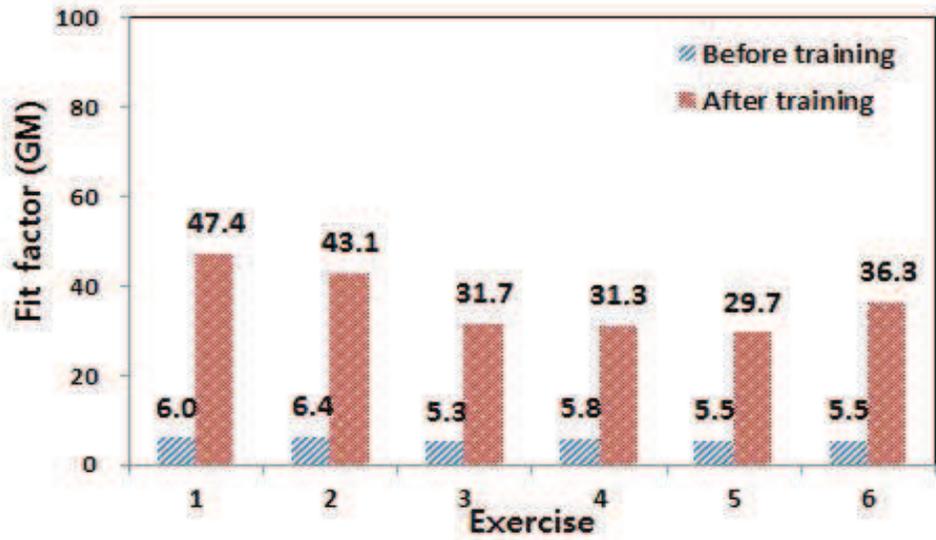


Fig . Geometric means of overall fit factors of before and after fit training

Fig. Geometric means of fit factors of before and after fit training



Result(안경착용자 동작 및 평균 교육전과 후 밀착계수)

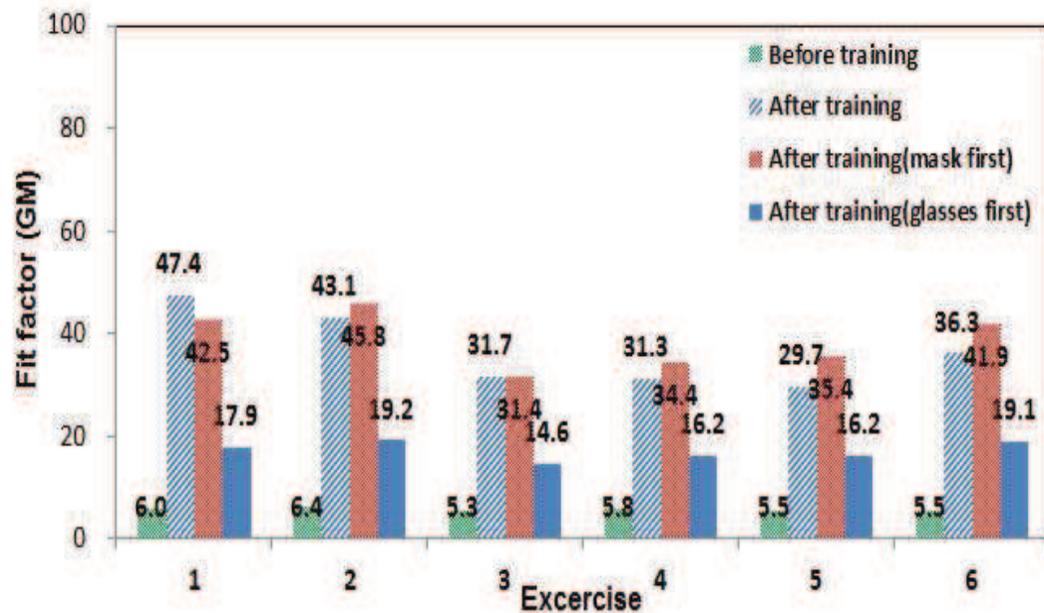


Fig. Geometric means of fit factors of before and after fit training.

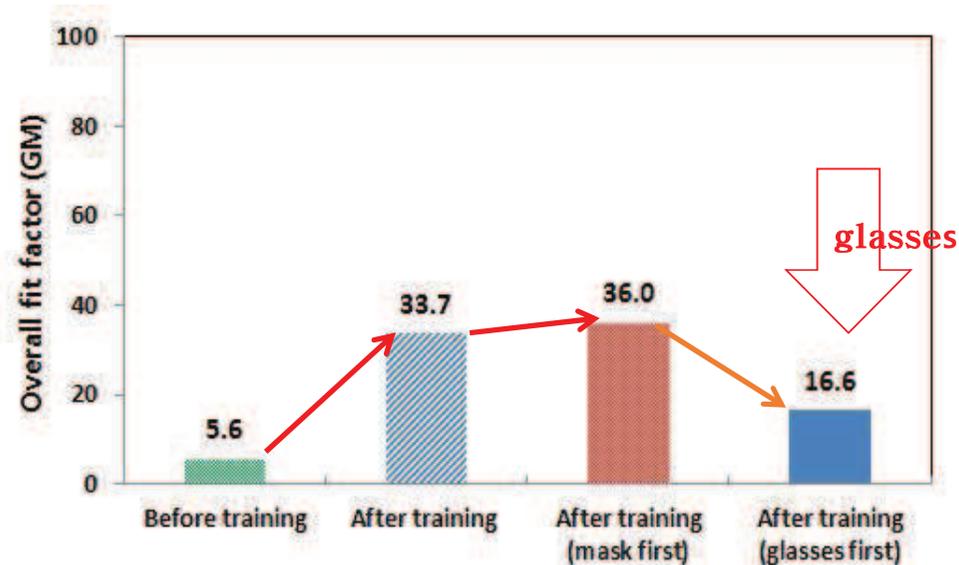


Fig. Geometric means of overall fit factors of before and after fit training.

Result(우선적 착용에 대한 시력변화)

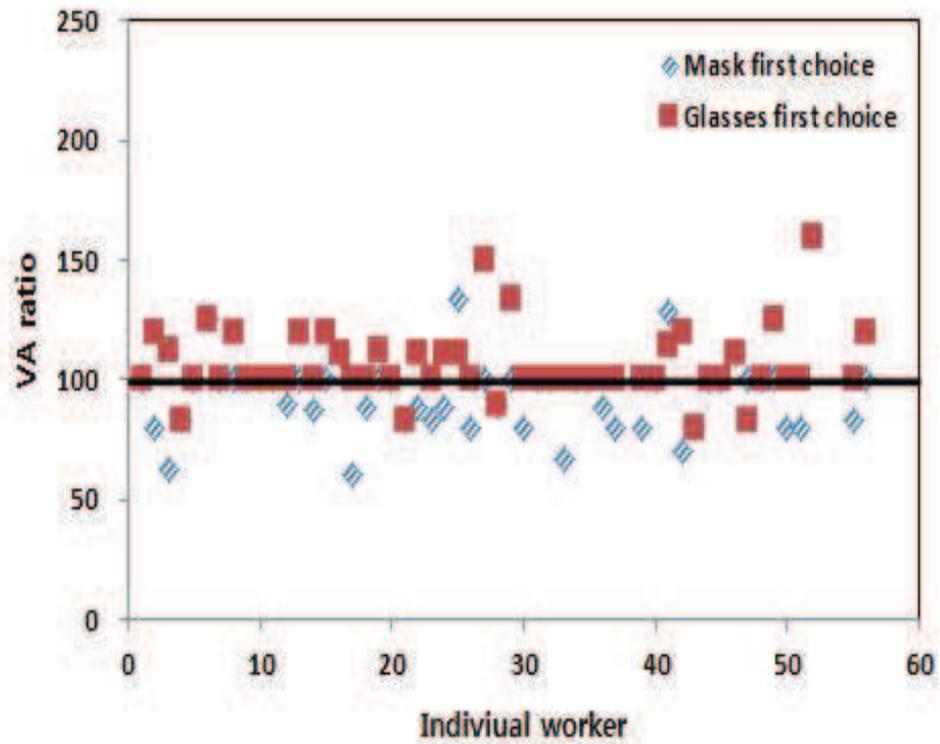


Fig. Distribution of VA according to first choice

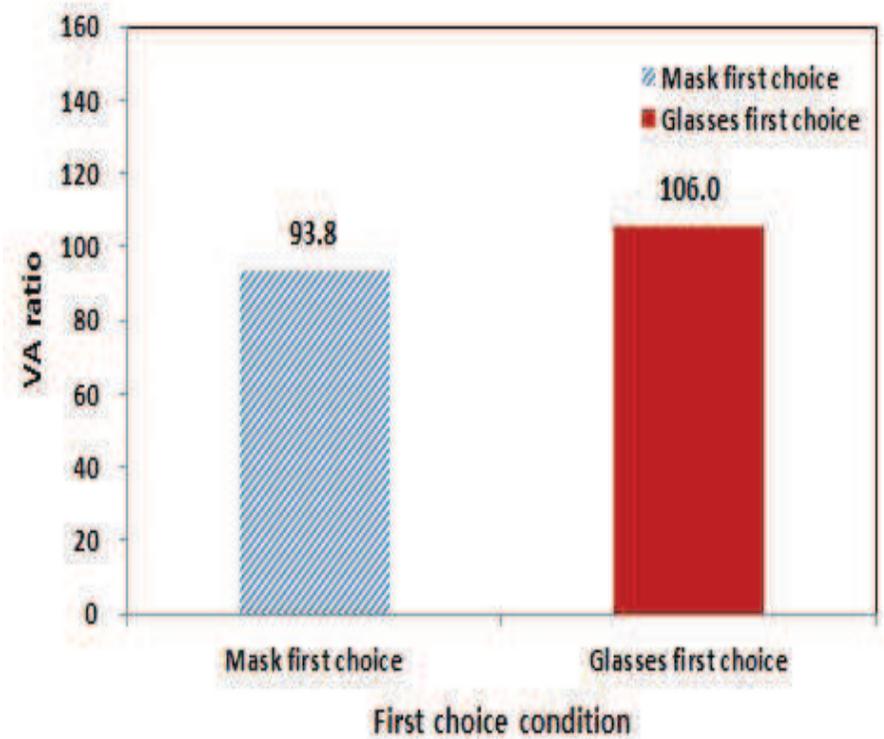
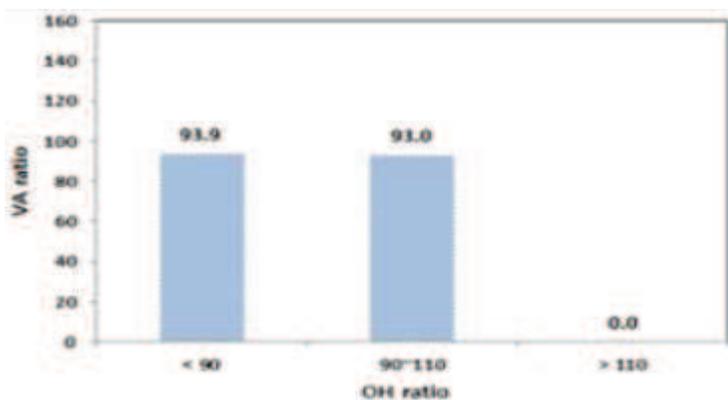
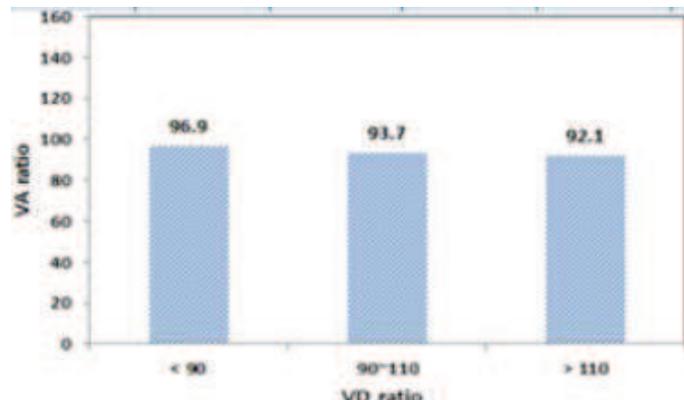


Fig. Geometric means of VA ratio according to first choice

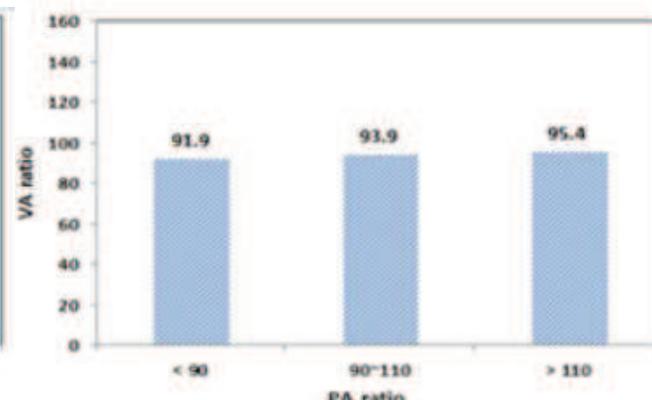
Result (우선적 착용/ 안경피팅항목에 따른 착용시력)



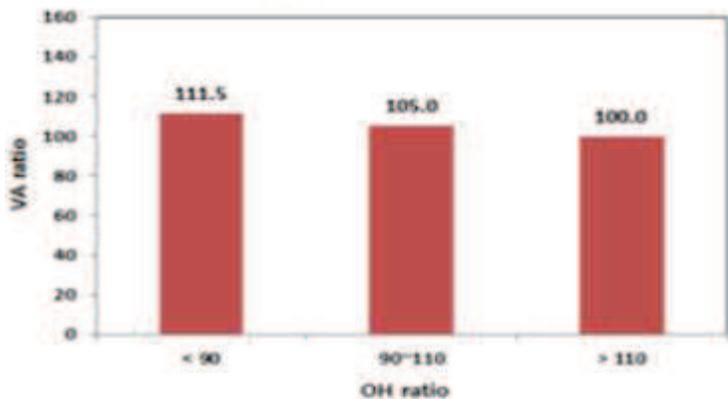
(a) Mask first



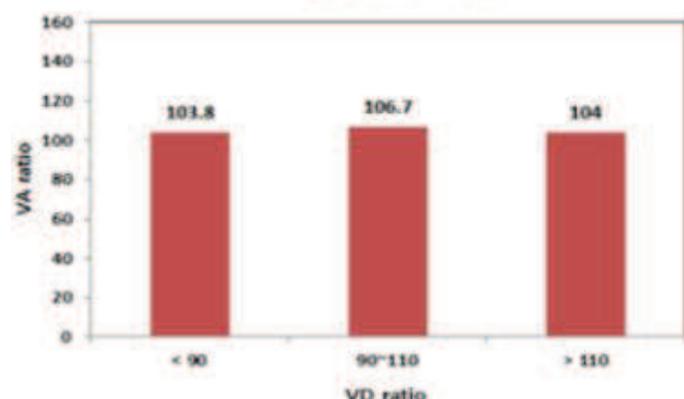
(a) Mask first



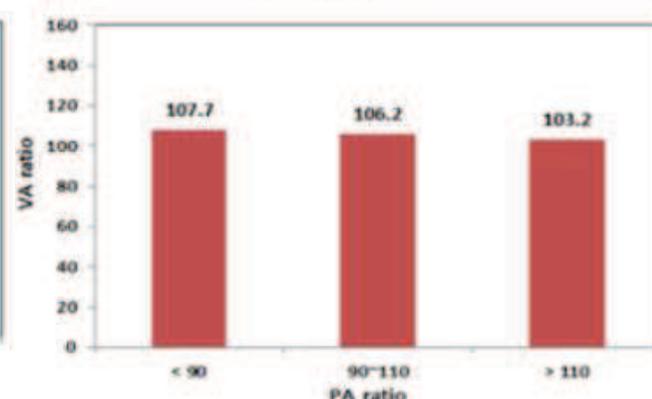
(a) Mask first



(b) Glasses first



(b) Glasses first



(b) Glasses first

Fig.. Geometric means of visual acuity for OH, VD, PA ratio according to first choice.

Result(바로 전 슬라이드와 동일한 내용임)

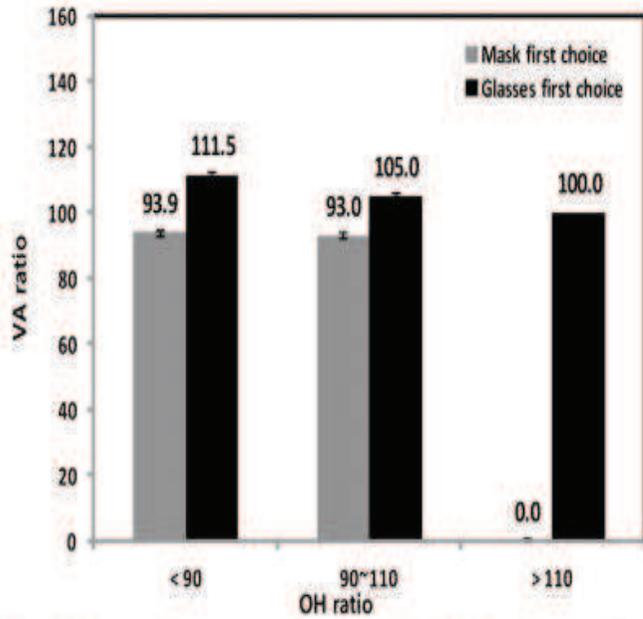


Fig. 10. Geometric means of visual acuity for OH ratio according to first choice.

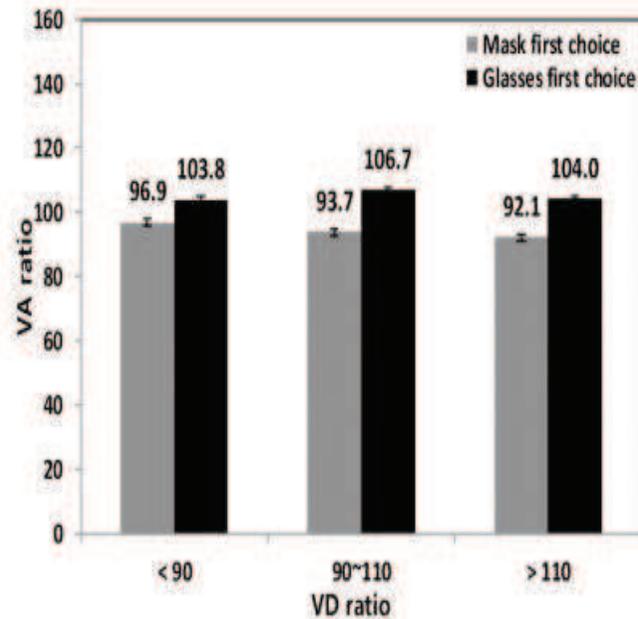


Fig. 11. Geometric means of visual acuity for VD ratio according to first choice.

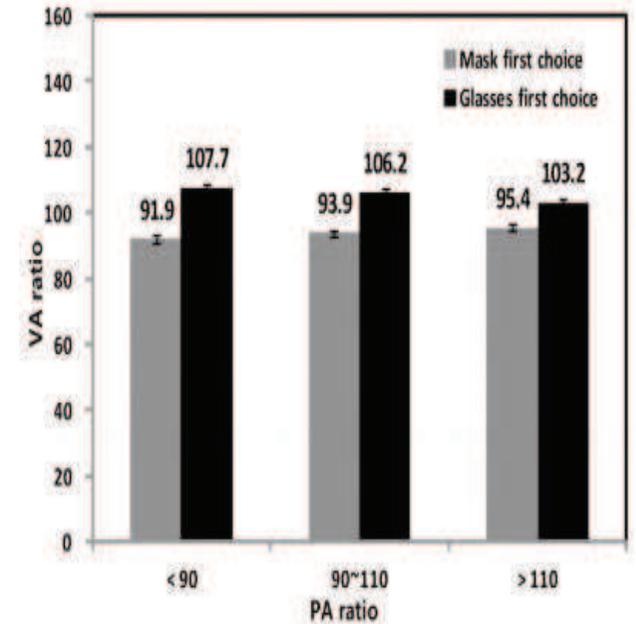
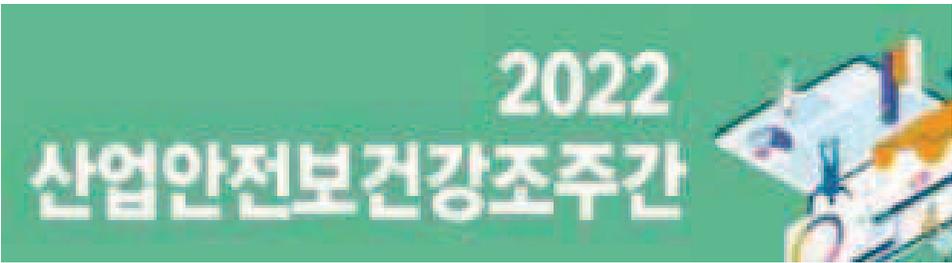


Fig. 12. Geometric means of visual acuity for PA ratio according to first choice.



Thank
You



Do you have any question?

제 55회 산업안전보건강조주간 세
미나
2022년 7월 4일(월) 킨덱스 301호

마스크 착용에 대한 호흡생리적 변화

서혜경 Ph.D MPH. Respirator specialist
(사)한국호흡보호구학회 교육홍보이사
신한대학교 연구교수

목차

1. 산업용 및 보건용 마스크
2. 호흡생리적 변화 연구
3. 마스크 착용과 호흡생리적 변화
4. 마스크 사용에 대한 제언

★ 본 발표 내용 중 호흡생리적 연구 내용은
식약처용역연구과제 [21172회의안172] 결과 일부를 포함하고 있으며
심사평가과학화(화장품, 의약외품) 단위과제 연구개발비 지원으로 수행하였음

I. 산업용 및 보건용 마스크

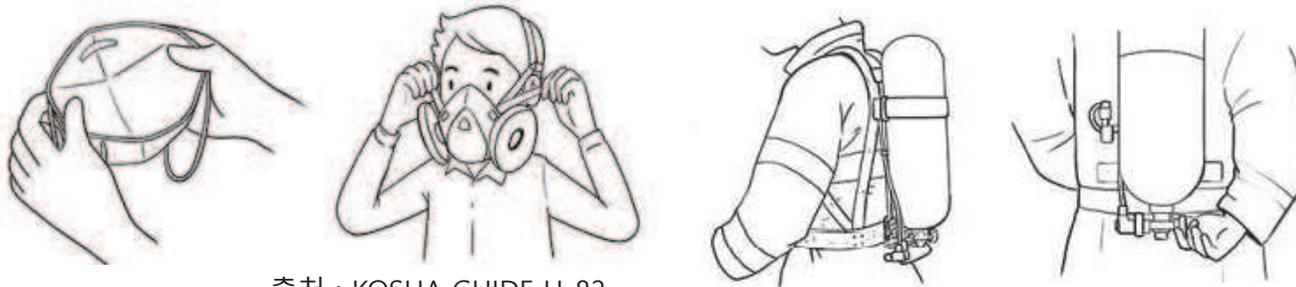
- 호흡보호구

- ✓ 공기정화식(Air Purifying Respirators)

필터, 카트리지, 캐니스터 등을 사용하여 공기 중 유해물질을 정화하여 호흡에 적합하도록 함

- ✓ 공기공급식(Air Supplying Respirators)

주변 오염된 공기와 무관하게 외부에서 호흡에 적합한 공기를 공급하는 방식의 호흡.



출처 : KOSHA GUIDE H-82-2020

I. 산업용 및 보건용 마스크

• 산업용 마스크

- ✓ 사업장에서 근로자의 건강보호를 위해 사용하는 마스크
- ✓ 산업안전보건법에 따른 보호구의 안전인증(KCs 마크)을 거친



• 보건용 마스크

- ✓ 호흡기를 질병의 감염, 악취, 매연으로부터 보호할 목적으로 사용되는 마스크
- ✓ 식품의약품안전처에서 '의약외품'으로 허가된 KF(Korea Filter)등급 마스크

I. 산업용 및 보건용 마스크

• 산업용 방진 마스크 등급 및 인증기준

- ✓ 2002년 부터 유럽기준인 EN143과 EN149을 준용하므로 등급 기준 동일함(FFP3, FFP2, FFP1)
- ✓ 고용노동부고시(제 2020-35)에 따라 보호구 안전인증기준을 규정함

• 보건용 마스크 명칭의 변경

- ✓ 황사방지용 마스크(2008년) : 황사로 인한 호흡기 보호를 위해 재정
- ✓ 방역용 마스크(2009년) : 호흡기 감염병인 신종플루가 유행하면서 황사마스크 보다 호흡기를 더 잘 보호할 수 있는 방역용 마스크 추가함
- ✓ 보건용 마스크(2014년) : 황사방지용, 방역용에 대한 명칭을 보건용 마스크라는 용어로 통합
- ✓ 의료용 호흡기보호구(2020년) : 의료용 호흡기보호구 품목 신설 및 허가심사 방법 등 안내
- ✓ 보건용 마스크(2021.3) : 밀착형 보건용 마스크, 밀착도 시험 추가

I. 산업용 및 보건용 마스크

- 공기정화식 > 안면부여과식 > 필터성능 > 분진포집효율

	산업용 방진마스크		보건용 마스크		의료용 마스크
분진포집효율(%)	특급	99.0	KF99	99	PFE(Particulate Filtration Efficiency)
	1급	94.0	KF94	94	BFE(Bacterial Filtration Efficiency) - 95 or 98% 이상
	2급	80.0	KF80	80	Filtration Efficiency - 95% 이상

안면부 흡기저항		안면부 누설률	
산업용	보건용	산업용	보건용
100	100 Pa 이하	5	5.0 % 이하
70	70 Pa 이하	11	11.0 % 이하
60	60 Pa 이하	25	25.0 % 이하

II. 호흡생리적 변화 연구

• 선행연구 소개

- ✓ 남,여 10명 **N95 마스크** 착용 전, 후 호흡심혈관계, 산소포화도, 환기량 비교 :
흡기, 호기저항 120% 증가, 산소포화도 다소 떨어짐(Tian et al., 2021)
- ✓ 47명 어린이 **Face 마스크** 착용 및 6분 보행 후 산소포화도, 호흡횟수 변화 :
마스크 착용 후 변화 없음(Riccardo et al., 2021)
- ✓ 건강한 남자 12명 no mask, **surgical mask, FFP2, N95 mask** 착용에 대한 심폐 대사 변화 :
surgical mask보다 FFP2는 호흡저항에 큰 불편감 호소함(Sven et al., 2020)
- ✓ 임산부 20명 **N95 마스크** 착용 후 비교 :
일호흡량, 분당환기량, 산소소비량 변화 있지만 유의한 차이는 아님(Tong et al., 2015)

II. 호흡생리적 변화 연구

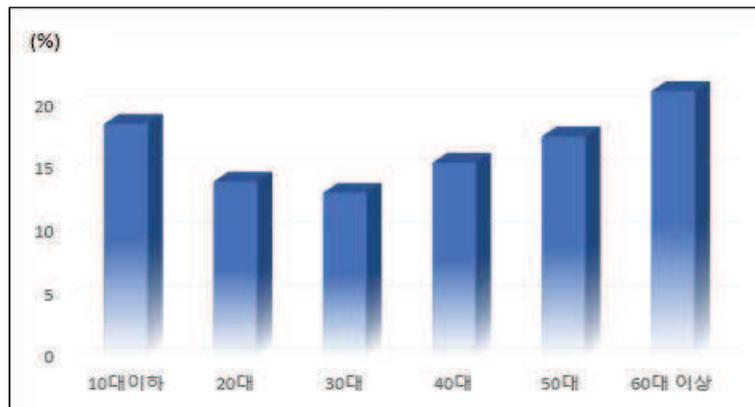
• 선행연구 소개

- ✓ 6명 대학생 KF94마스크 착용 후 3km/h(저속), 6km/h(중속), 10km/h(고속) 후 :
산소포화도는 중등도 운동시 95% 이하로 낮아짐(Zhixing & Bae. 2021)
- ✓ 20명 건강한 피험자 N95 마스크 4종 착용 5.6km/h 운동 후 :
심박수, 호흡수, 이산화탄소, 산소포화도 유의한 차이 있음(Kim et al., 2013)
- ✓ 10명 피험자 N95 마스크 3종 착용 5.6km/h 운동 후 :
심박수, 산소포화도, 일호흡량, 환기량 유의한 차이 없음(Bergman et al., 2013)
- ✓ 11명 남자 대학생 no mask, KF-AD, KF94 마스크 착용 3회 운동부하 검사 :
마스크 종류와는 상관 없이 운동 후 심박수, 환기량 차이(Rhue & Kim. 2021)

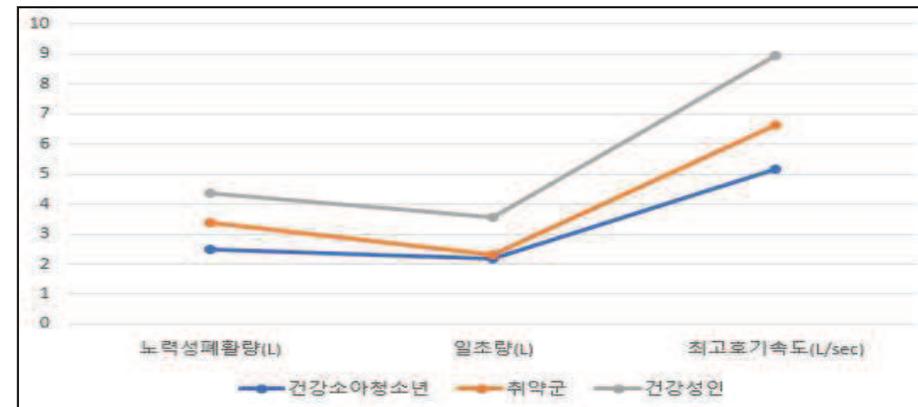
II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행연구 요약

① 한국인 폐기능 data 수집



N=420(남 302명, 71.9% 여 118명, 28.1%)



건강한 그룹보다 그렇지 않은 그룹은 70% 정도 낮았음

II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행연구 요약

② 보행 호흡량 측정

N=50(남 25명, 여 25명), 10대~50대 이상 연령층 동일한 구성

③ 5km/h 움직임 구현

이동형 측정 장치(COSMED. Italy)

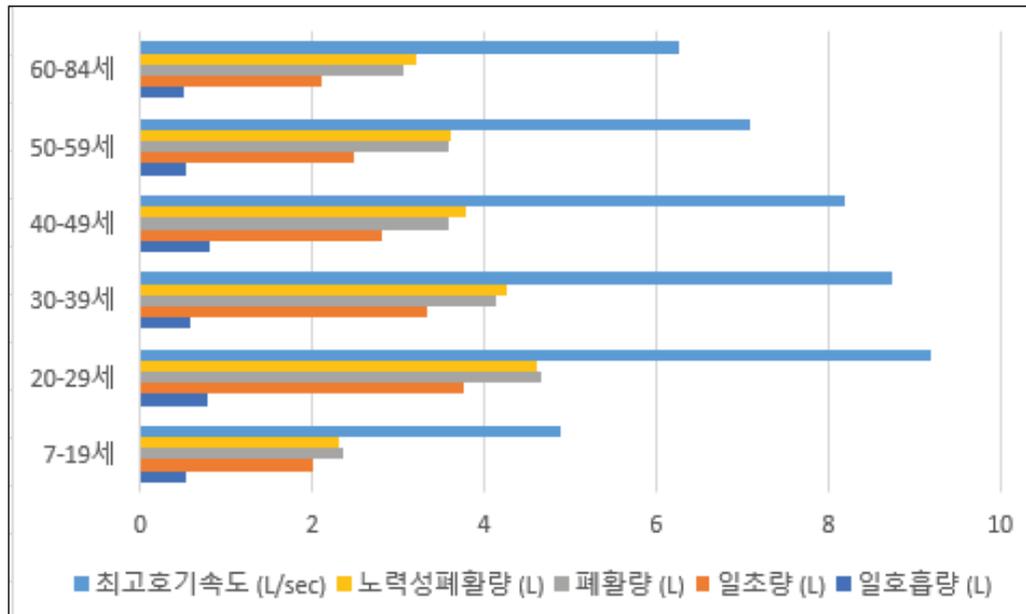
동작	측정시간	수집자료
머리를 움직이거나 말하지 않고 2분 동안 걸음	각 동작 2분 씩 총 10분	심박수(heart rate) 산소포화도(SpO ₂) 호흡횟수(Respiratory frequency) 환기량(VE) 일호흡량(VT)
머리를 좌우로 2분 동안 약 15번 움직임		
머리를 위아래로 2분 동안 약 15번 움직임		
2분 동안 큰소리로 말함		
머리를 움직이거나 말하지 않고 2분 동안 걸음		



II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행연구 요약

④ 한국인 폐기능 data 정리

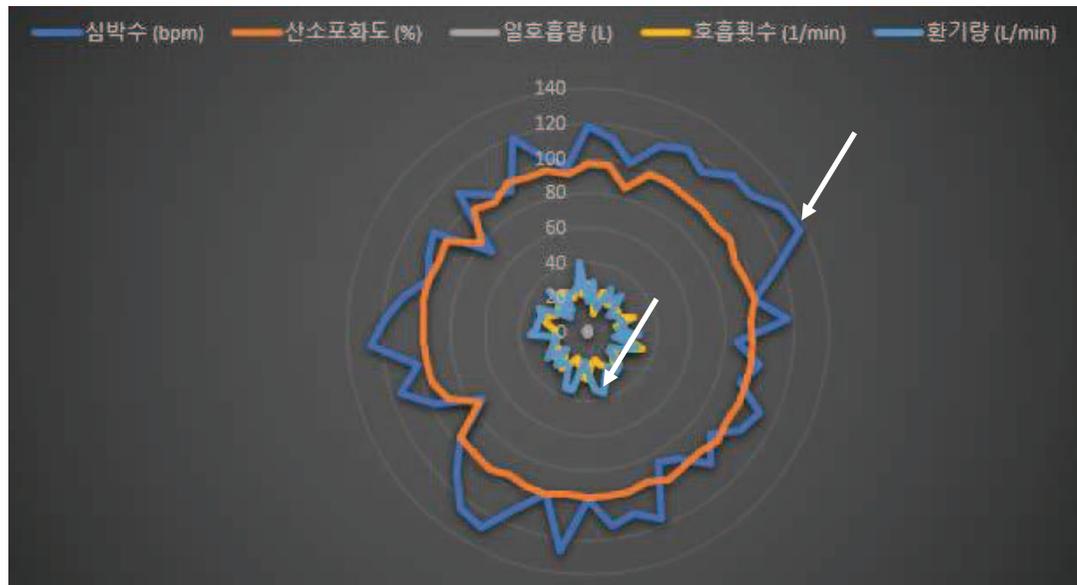


- 연령별 차이를 보였음 ($p < 0.05$)
- 20-29세 연령대 가장 높았고
그 이상 연령대에서는 낮아진 경향 보임
- 20대 미만은 성인에 비해 60-70% 낮음

II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행연구 요약

⑤ 마스크 미착용 시 호흡량 비교

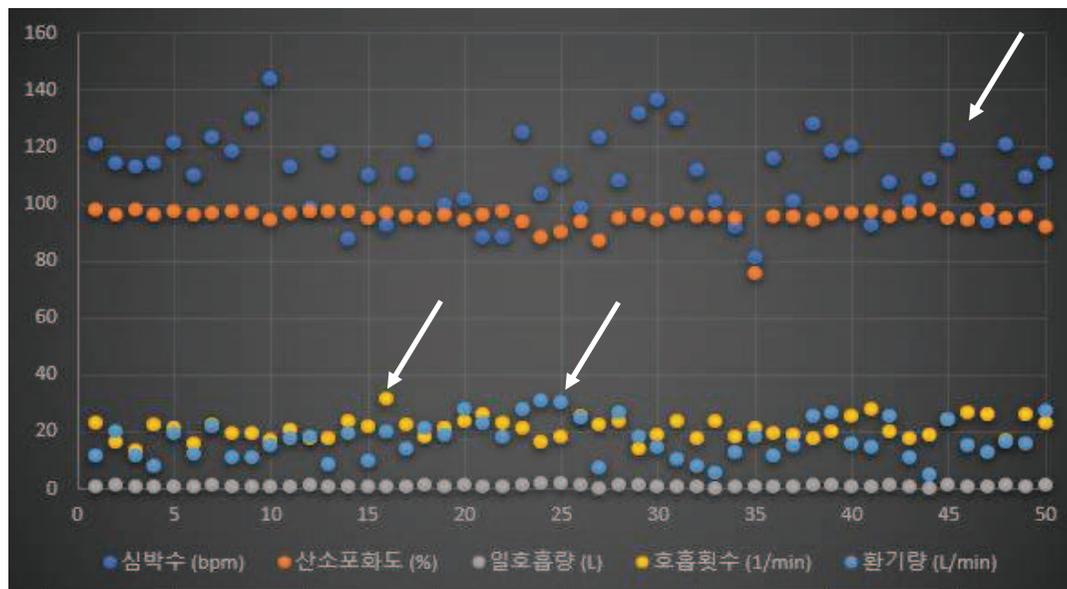


- 심박수는 연령별 차이 보임($p=0.001$)
- 환기량은 성별 차이 보임($p=0.000$)

II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행연구 요약

⑥ KF94 마스크 착용 시 호흡량 비교

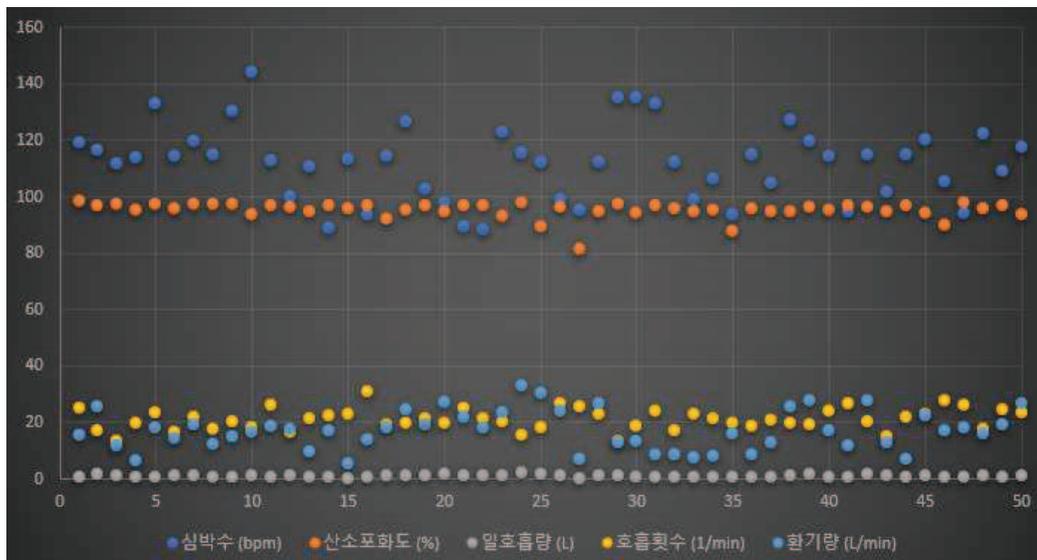


- 미착용 시 보다 심박수는 다소 높았으며 특히 연령별 차이 보임 ($p < 0.05$)
- 산소포화도 비슷함
- 호흡횟수 연령별 차이 보임($p = 0.034$)
- 환기량은 성별 비교에서 차이 보임($p = 0.000$)

II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행연구 요약

⑦ KF80 마스크 착용 시 호흡량 비교



- 미착용 시 보다 심박수는 다소 높았으며 특히 연령별 차이 보임($p=0.015$)
- 산소포화도 비슷함
- 환기량은 성별 차이 있음($p=0.000$)

II. 호흡생리적 변화 연구

• 현행 연구 요약

⑧ 마스크 착용 유무에 대한 호흡량 비교

	심박수 (bpm)	산소포화도 (%)	일호흡량 (L)	호흡횟수 (1/min)	환기량 (L/min)
No mask	107.17	95.01	1.13	22.21	24.14
KF94	110.86	95.04	0.84	20.98	17.09
KF80	112.07	95.19	0.84	21.09	17.05
<i>P-value</i>	<i>0.183</i>	<i>0.965</i>	<i>0.000</i>	<i>0.199</i>	<i>0.000</i>

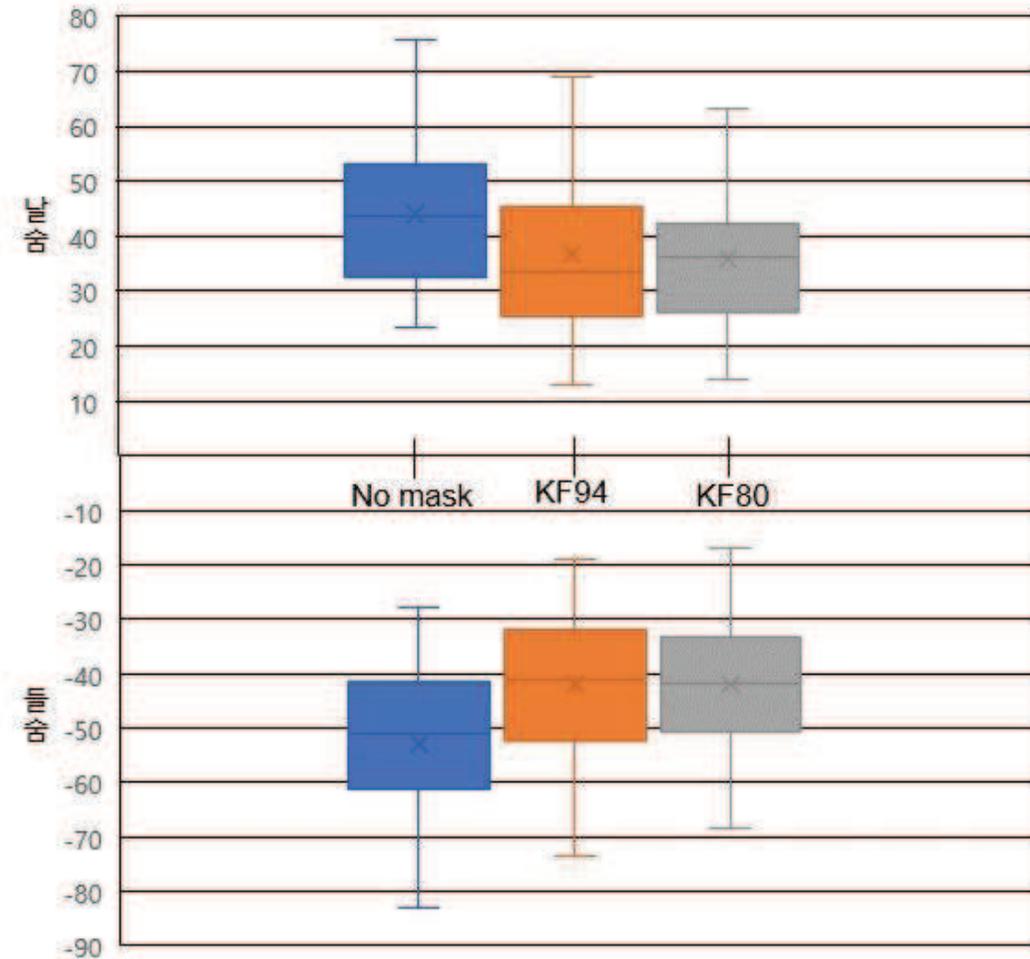
- 보행운동 시 일호흡량 증가함(Veria 등, 2013 연구결과와 같음)
- 마스크 착용 유무와 호흡생리적 차이 없음(심박수, 산소포화도, 호흡횟수)
- 일호흡량, 환기량은 마스크 미착용 및 착용시 차이 보임, 단 마스크 종류와는 상관 없음

II. 호흡생리적 변화 연구

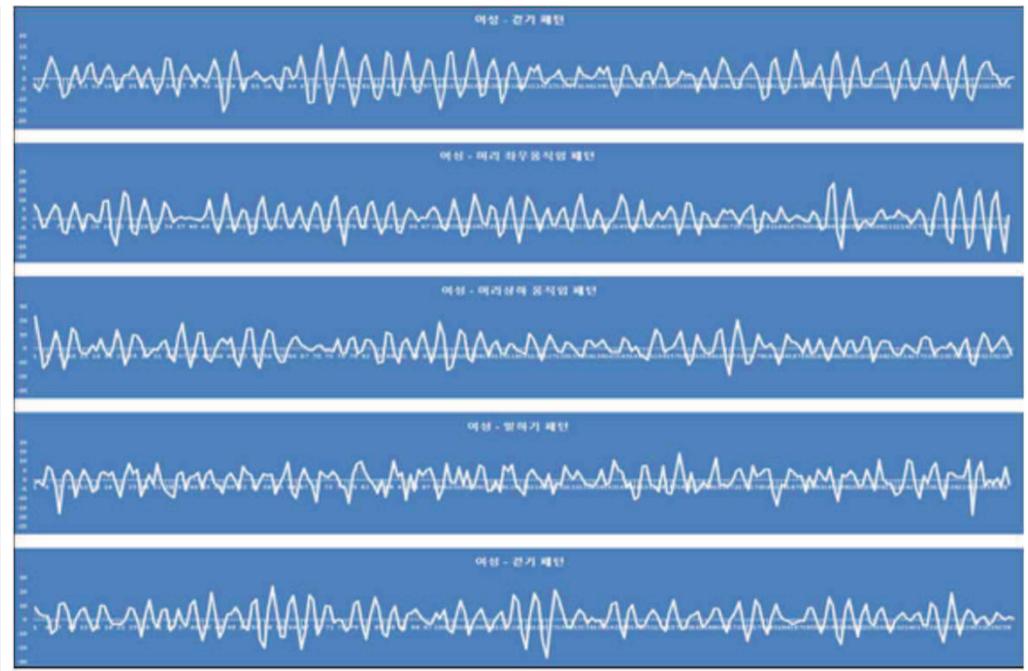
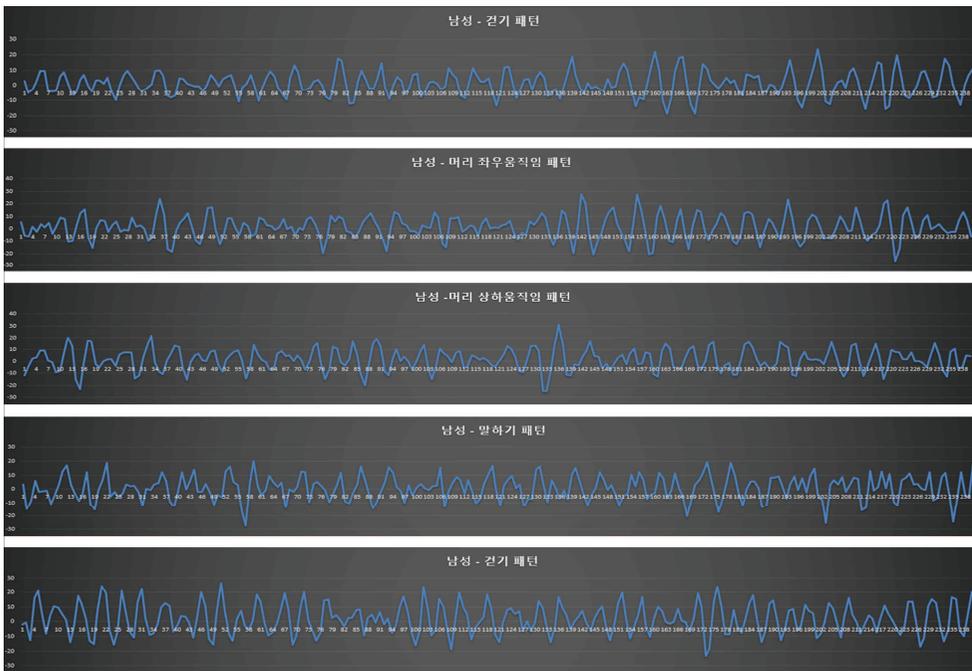
• 현행 연구 요약

⑨ 마스크 착용과 들숨 날숨 변화

- 호흡패턴은 동작별로 상이함
- 성별, 연령별 패턴도 다름
- 마스크 착용 유무에 따라 들숨날숨 유량은 차이를 보임($p < 0.05$)



II. 호흡생리적 변화 연구



- 각 동작 별 남성(左), 여성(右) 호흡패턴
- 동작에 따라 호흡주기 및 파형이 다르며 연령 증가에 따라 파형의 불규칙성은 증가함

III. 마스크 착용과 호흡생리적 변화

- 운동 증가(4km/h, 6km/h)시 마스크 필터 수준이 높아진 경우 인체 생리적 부담이 증가하지 않음
고강도운동(8km/h)시 마스크 디자인(dead space) 영향으로 인한 호흡환기량 및 혈압 증가 확인(Jung et al., 2020)
- 작업강도(6km/h, 11km/h)가 높아짐에 따라 방진 마스크 사용편의성은 차이가 없었으나 주관적인 호흡편의성은 낮아짐(Lee et al., 2018)
- 안면부여과식 호흡보호구의 착용 여부 및 형태에 있어 운동강도에 따른 생리적 영향 없음
호흡수, 분당환기량, 이산화탄소배출량, 심박수 모든 운동 구간에서 증가하였지만 유의한 차이 없음(Go et al., 2020)
- 경증에서 중등도 COPD 환자에 대한 마스크 착용 유무는 혈액학적(산소포화도, 심박수, 혈압, EKG, 심초음파) 영향
유의한 차이 없음(Kim et al., 2021)
- 따라서 과학적 평가자료를 바탕으로 한 마스크 착용에 대한 인식 변화가 필요함

IV. 마스크 착용에 대한 제언

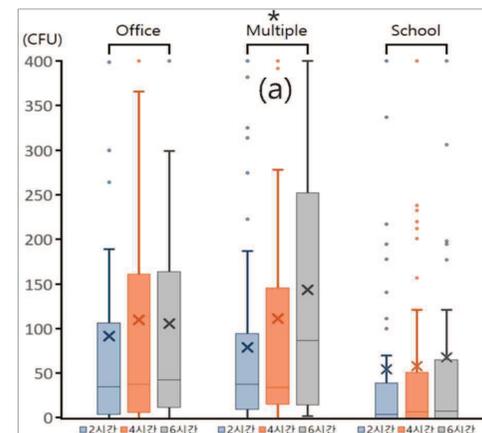
• 산업용 마스크와 중대재해 처벌법

- 우리나라 직업병자 총 3,054명 중 진폐 직업병자 54.26% 로 높음(Pee et al., 2019)
진폐자 50.6%(1,553명), 금속중금속 중독자 0.62%(19명), 유기화합물 중독자 0.52%(16명), 화학물질 중독자 2.26%(69명)
특히 건설업 및 화학물질 취급 등 작업환경에서 노출될 수 있는 석면, 분진 및 유해 화학물질 등으로부터 방진, 방독 마스크 밀착되게 착용하여야 직업성 질병으로부터 안전할 수 있음
- 2021년 1월 27일부터 시행된 중대재해처벌법에는 동일한 유해요인으로 급성 중독 등 직업성 질병자가 1년 이내 3명 이상 발생할 경우 중대산업재해로 포함시킴
- 근로자가 호흡보호구를 착용할 때 효과적으로 유해인자 차단이 이루어지도록 ‘밀착도 검사(Fit test)’ 의무적으로 실시할 법적 장치가 마련되어야 함(Han et al., 2017)

IV. 마스크 착용에 대한 제언

• 올바른 마스크 사용

- 산업체 및 의료기관 근로자 및 일반인은 용도에 맞는 마스크를 사용하여야 함
- 특정 환경으로부터 노출되는 건강상 부작용(adverse effects)을 최소화하기 위하여 밀착이 잘 되도록 착용하여야 함
- 생물학적 유해인자에 대한 보건학적 관심이 필요하며 마스크 착용 임계시간 등 가이드라인도 필요함



출처: 산업용 방진마스크의 올바른 사용방법 안내. 고용노동부 산재예방지도과

경청해 주셔서 감사합니다!

2022
산업안전보건강조주간



seohk65@o.shinhan.ac.kr

Reference

- 호흡보호구 밀착도 검사 실태 및 제도개선에 관한 연구(II). 산업안전보건연구원. 피영규 등. 2019
- 호흡보호구 밀착도 검사 실태 및 제도개선에 관한 연구(I). 산업안전보건연구원. 한돈희 등. 2017
- Tian, Zhixing, Bae, Myung-Jin. Study on the shouting breathing pattern while jogging wearing a mask. *International Journal of Advanced Culture Technology*, 2021; 9(2); 130-135
- Riccardo Lubrano, Silvia Bloise, Alessia Testa, Alessia Marcellino, Anna Dilillo, Saverio Mallardo, Sara Isoldi, Vanessa Martucci, Maria Sanseviero, Emanuela Del Giudice, Concetta Malvaso, Donatella Iorfida, Flavia Ventriglia. Assessment of Respiratory Function in Infants and Young Children Wearing Face Masks During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Netw Open*, 2021; 4(3): 1-9
- Suen, L. K. P., Guo, Y. P., Ho, S. S. K., Au-Yeung, C. H., & Lam, S. C. Comparing mask fit and usability of traditional and nanofibre N95 filtering facepiece respirators before and after nursing procedures. *Journal of Hospital Infection*, 2020. 104(3), 336-343.
- Zhixing Tian, Bong-Young Kim, Myung-Jin Bae. A study on Healthy Breathing Pattern when wearing a mask. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2020: 13(7); 1562-1566

Reference

- Kim, J. H., Wu, T., Powell, J. B., & Roberge, R. J. (2016). Physiologic and fit factor profiles of N95 and P100 filtering facepiece respirators for use in hot, humid environments. *American Journal of Infection Control*, 44(2), 194-198.
- Bergman, M. S., Viscusi, D. J., Zhuang, Z., Palmiero, A. J., Powell, J. B., & Shaffer, R. E. (2013). Impact of multiple consecutive donnings on filtering facepiece respirator fit. *American Journal of Infection Control*, 40(4), 375-380.
- 류종식, 김종근. 안면 마스크 착용이 심폐체력에 미치는 영향. 한국체육학회지 2021:60(2);355-365
- 의약외품 품질관리 체계 개선을 위한 기술 개발. 21172화의안172. 식품의약품안전평가원. 2021
- Lee et al. Effect of Work Intensity on Fit Factor and Affecive Quality of Dustproof Mask. J Korean Soc Qual Manag. 2018. 46(2)
- Jung et al. Effects of Wearing COVID-19 Protective Face Masks on Respiratory, Cardiovascular Responses and Wear Comfort During Rest and Exercis. Fashion & Text Res. 2020. 22(6)
- Seo et al. A Study on the Mask Microbial Contamination by Working Environment and Wearing Time. J Korean Soc. Occup. Env. Health. 2021. 31(4)

Comparisons of fit factors between two quantitative fit testers



Don-Hee HAN¹, Hyekyung SEO², Byoung-kab KANG³, Hoyeong JANG², HuiJu KIM², SuA SHIM²

¹Department of Occupational Health and Safety Engineering, Inje University, Republic of Korea.

²College of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University, Republic of Korea.

³Korea Institute of Oriental Medicine, Republic of Korea.

Introduction

Methodologies of quantitative fit tests (QNFTs) using aerosols from ambient air as a challenge agent include currently the PortaCount[®] series of TSI in the United States and MT[®] series of SIBATA in Japan.

In Korea, the COVID-19 outbreak has increased the demand for fit performance of masks for health care workers, and QNFT is being performed in many hospitals even if fit testing has not yet been stipulated by law and is still being prepared for legalization.

This study aimed to provide important data when using two devices by comparing FFs of two QNFT devices, i.e., TSI PortaCount[®] and SIBATA MT[®].

Subjects and Methods

One probe was inserted into the participant's mask, and to calculate the FF simultaneously, a Teflon tube was connected in a Y-shape outside the mask, where one end was connected to PortaCount[®] (Model 8038, TSI, USA), and the other was connected to MT[®] (Model 05U, SIBATA, Japan). The total number of participants was 50 (male, n = 25; female, n = 25). The participant wore full facepiece (3M, 6800-medium, USA), half mask (3M, 7502-medium, USA), and N95 (Dobu Life Tech Co., Korea). The entire process of the fit test was performed according to the OSHA QNFT protocol of 29CFR1910.134. The original (requires eight exercise regimens before modification) and modified (requires only four exercise regimens after modification) protocols were performed. As a pass/fail criterion, full facepieces should have ≥ 500 , while half masks and FFRs should have ≥ 100 to gain a pass status.

Results

Table 1. Contingency table from ANSI (2010)

Result	Failed PortaCount [®] (FF _{ref} < RFF)	Passed PortaCount [®] (FF _{ref} > RFF)
Passed MT [®] (FF _{MT} > RFF)	A	B
Failed MT [®] (FF _{MT} < RFF)	C	D

RFF(OSHA): Half mask 100, full facepiece 500

Descriptive statistics of FFs

Table 3. Comparisons of GM and GSD of the FFs between two devices by test protocols (N = 50)

Test protocol	Respirator	MT [®]	PortaCount [®]	P-value
Original protocol (8 exercises)	N95 FFR	36 (4.19)	47 (3.54)	0.3840
	Half mask	2290(8.12)	6256 (8.95)	0.0211
	Full facepiece	9624 (2.71)	21642 (1.57)	<.0001
Modified protocol (4 exercises)	N95 FFR	32 (3.98)	49 (3.48)	0.1027
	Half mask	1176 (9.52)	3104 (12.00)	0.0434
	Full facepiece	7131 (2.66)	28452 (2.06)	<.0001

Consistency between the two devices

Table 4. Statistics summary along with ANSI requirements/recommendations by test protocols

Test protocols	Respirator	Sensitivity	PVP ^a	Specificity	PVF ^b	Kappa statistics
Original protocol	N95 FFR	0.93	0.87	0.65	0.80	0.61
	Half mask	1.00	1.00	0.98	0.80	0.88
	Full mask	— ^c	1.00	1.00	— ^c	— ^c
Modified protocol	N95 FFR	0.94	0.86	0.67	0.83	0.64
	Half mask	1.00	1.00	0.96	0.67	0.78
	Full mask	— ^c	1.00	0.98	— ^c	— ^c
ANSI requirement/recommendation		≥ 0.95	≥ 0.95	≥ 0.50	≥ 0.50	> 0.70

^aPVP, predictive value of a pass; ^bPVF, predictive value of a fail
^cFull mask is not calculated because the cell value is zero.

Table 2. Test statistics from ANSI (2010)

Statistics	Equation	Value	Level of endorsement
Test sensitivity	C/(A + C)	≥ 0.95	Mandatory
Predictive value of a pass (PVP)	B/(A + B)	≥ 0.95	Advised
Test specificity	B/(B + D)	≥ 0.50	Advised
Predictive value of a fail (PVF)	C/(C + D)	≥ 0.50	Advised
Kappa statistics	$(P_o - P_e^{b}) / (1 - P_e^{b})$	> 0.7	Recommended

^aP_o = (B + C)/(A + B + C + D)

^bP_e = [(A + B)(B + D) + (C + D)(A + C)] / (A + B + C + D)²

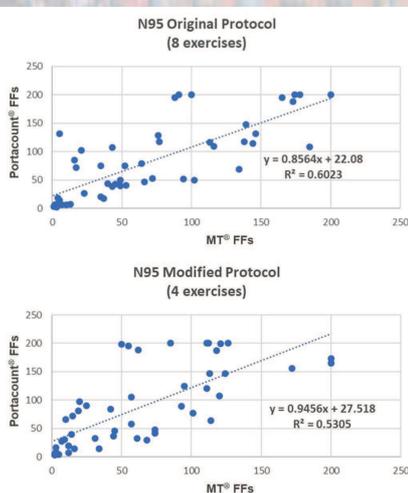


Fig. 2. Correlation of FFs for N95 FFR between two devices by protocols.

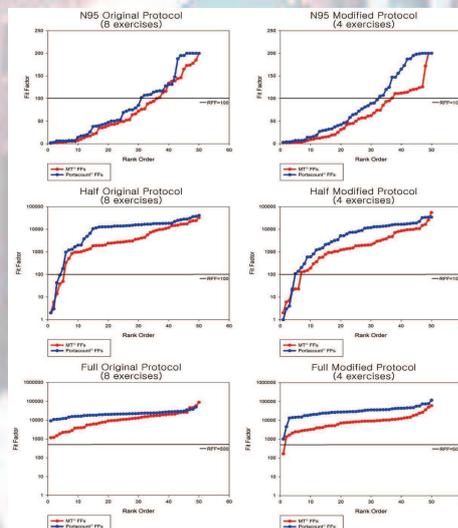


Fig. 1. Comparison of the FFs of respirator-type devices and protocol according to rank order.

Discussion and Conclusion

As Table 3 and Fig 1 showed, the FFs of MT[®] were lower than those of PortaCount[®] in all masks, which agreed with the results of previous studies. This occurs because the aerosol counting methods of the two devices are different. MT[®] can only count aerosols greater than approximately 0.3 μm ($> 0.5 \mu\text{m}$ in N95 test); however, PortaCount[®] can broadly count up to 20–100 nm or more. Thus, the number of particles outside the mask, the denominator of FF, is much higher in PortaCount[®] measurements than in MT[®] measurements.

Half masks and full facepieces with large FFs demonstrated very high consistency between the two devices; thus, the pass/fail by MT[®] would be almost the same as that by PortaCount[®].

For the N95 mask, the sensitivity between the two devices (the degree to which PortaCount[®] is determined to fail and MT[®] also failed) was very close to the 0.95 value required by ANSI (original protocol 0.93 vs. modified protocol 0.94), which was unlikely to be a major problem.

When the cutoff values of MT[®] FFs of 75, 76, and 77 were adjusted to PortaCount[®] FF of 100, the consistency statistics were almost the same. Ultimately, the sensitivity was 0.96, satisfying the mandatory value of ≥ 0.95 , and the PVP was 0.94, almost the same as ≥ 0.95 . Both specificity and PVF are satisfied.

Consequently, it is reasonable to set MT[®] FF of 75 as the value corresponding to PortaCount[®] FF of 100. The study suggests that the pass criterion for N95 FFR by MT[®] should be 75.

Mask wearing time and changes in microbial growth

Hoyeong Jang, Huiju Kim, Sua Shim, Sungwook Park, YOUNG-IL KWON, Hyekyung Seo*

College of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University

I. Background

- Although the use of masks has increased due to the global coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, the repeated and long-term use of masks has become an important health problem.
- The reuse of masks leads to contamination, which increases the risk of adverse health effects.
- This study aimed to assess the increase in the growth of microorganisms inside the masks with extended wearing time.

II. Methods

- This study used N95 and KF94 masks, and blood and chocolate agars were used as culture mediums. (Fig 1, Fig2)
- A total of 25 participants (9 men and 16 women) were asked to wear masks for different amounts of time: less than 2h, 2-4 h, and 4-6h.
- A questionnaire was used to assess mask change cycle and wearing time.

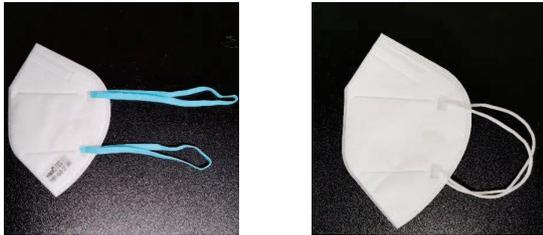


Fig 1. N95 and KF94 Mask



Fig 2. Blood and Chocolate Agar

- The masks used by the participants were inoculated and incubated in a culture medium to measure the number of bacterial colonies formed (colony-forming unit [CFU]). (Fig 3, Fig 4)
- Changes in microbial growth were analyzed through staining and microscopy.

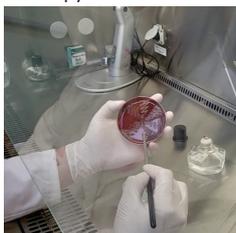


Fig 3. Microbial Inoculation



Fig 4. Microbial Incubation

- Data were analyzed using SPSS system ver. 20(IBM SPSS Inc. USA).

III. Results

Table 1. Result of survey

	Classification (N=25)	N(%)*
Gender	Male	9(36.0)
	Female	16(64.0)
Age	>20	5(20.0)
	20-29	16(64.0)
	30-39	3(12.0)
	40-49	1(4.0)
	50<	0(0.0)
Environment	office worker	5(20.0)
	multiple-use facilities worker	5(20.0)
	school-student	5(20.0)
	Outpatient	5(20.0)
Exchanging interval of mask	C.Lab	5(20.0)
	once a day	13(52.0)
	1 time/2~3 days	9(36.0)
Wear time per day	aperiodically	3(12.0)
	<2	0(0.0)
	≥2~<4	1(4.0)
	≥4~<6	0(0.0)
	≥6~<8	1(4.0)
≥8~<10	5(20.0)	
≥10	18(72.0)	

*: Number of response (%)

- One (4%) participant wore a mask for less than 4 h, one (4%) for 4-8 h, and 23 (92%) participants for more than 8 h.

Table 2. Microbial status by environment (N=150)

	Office	Multiple	School	Outpatient	C.Lab	p†
CFU/plate*	75.3(86.6)	152.4(125.6)	94.8(108.2)	44.3(54.1)	351.5(99.9)	0.00

*: Colony Forming Unit/plate in Arithmetic mean(SD)
 †: p-value was calculated by ANOVA(Duncan post hoc)
 N= 25 participants x 3 type of time x 2 media

- Masks from those working in hospital laboratories who talked more with patients had more bacteria inside the mask compared with other participants.

Table 3. Bacterial contamination after mask wearing (N=150)

	CFU/plate*			p†
	≤ 2hr	≤ 4hr	≤ 6hr	
Office	69.9(85.5)	87.0(103.0)	69.1(77.5)	0.880
Multiple	121.1(118.7)	186.1(144.4)	149.9(116.2)	0.527
School	76.0(110.6)	66.7(67.2)	141.8(131.2)	0.246
Outpatient	54.3(38.8)	66.2(7.1)	12.5(14.4)	0.061
C.Lab	291.3(141.2)	398.2(5.6)	365.1(74.3)	0.044

*: Colony Forming Unit/plate in Arithmetic mean(SD)
 †: p-value was calculated by ANOVA(Duncan post hoc)
 N= 25 participants x 3 type of time x 2 media

- The number of bacteria increased with wearing time and significantly correlated with laboratory results (P=0.044), followed by the outpatient environment (P=0.061).

IV. Conclusion

- The number of bacteria increased with mask-wearing time. In particular, there was a significant difference in the number of bacteria after more than 4 h of use.
- The inside of the mask had a warm temperature and humid environment suitable for the growth of microorganisms due to mouth breathing, and increased after more than 4 h of use.
- This study suggests the importance of promoting awareness of changing masks for safety use.

Differences in fit of N95 respirators by face size

Huiju Kim, Sua Shim, Hoyeong Jang, Sungwook Park, Hyekyung Seo*

College of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University

I. Background

- Following the prolonged coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, wearing respirators has become important.
- Leakage may occur when a respirator does not fit the size of the face when worn. This greatly decreases the effectiveness of a respirator, leaving it vulnerable to exposure to infectious diseases.
- Therefore, this study aimed to investigate the differences in N95 respirators fit by face size.

II. Methods

- The face length and width of 50 participants (male, n = 25; female, n = 25) of various age groups were measured using sliding and spreading calipers. (Fig 1)
- As no test panel is available in Korea, cells-1-3, 4-7, and 8-10 were classified as small, medium, and large, respectively, compared with the internationally recognized United States (US) National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) test panel.
- This study used the N95 respirator. (D Co., Ltd. Korea) (Fig 2)

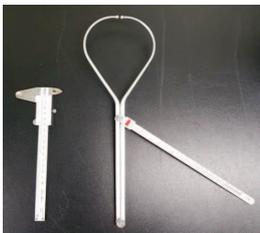


Fig 1. Sliding caliper, Spreading caliper



Fig 2. N95 respirator

- The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) new protocol (4 exercises) fit factors (FFs) were calculated using PortaCount Pro+® (model 8038, TSI, U.S.). (Fig 3, Fig 4)
- Pass/fail criteria for determining were set to fit factor (FF) 100.
- Data were analyzed using the t-test using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) ver. 20 (IBM SPSS Inc. USA).



Fig 3. PortaCount Pro+® (model 8038, TSI, U.S)

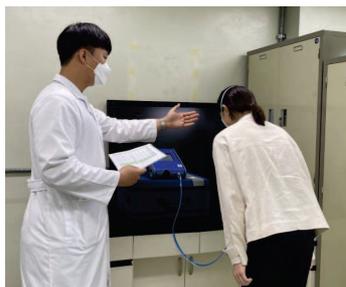


Fig 4. Exercise for Fit test

III. Results

- There were 16 people in the small category, 32 in the medium category, and 2 in the large category, but 2 were excluded from the analysis. There were a few samples; thus, this was not statistically significant. (Table 1, Fig 5)

Table 1. NIOSH classification by face size

Cell	Face category	Size(Cells)	N
1	Small	1-3	6
2			4
3			5
4	Medium	4-7	14
5			2
6			4
7			12
8	Large	8-10	0
9			2
10			0
Outlier			1
Total			50

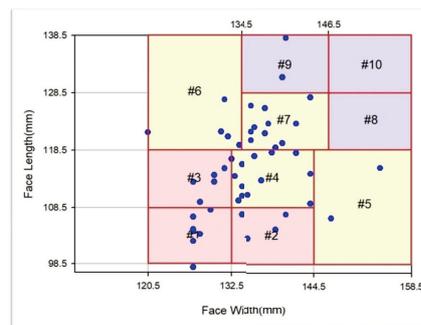


Fig 5. NIOSH panel for 50 participants

- The small size mean FF was 110.88, which was significantly higher than that of the medium 74.31 ($P=0.083$). (Table 2)

Table 2. Mean status for Fit Factor by the modified protocol

Face size	FF	Total	t	P-value
Small	110.88	16	1.787	0.083
Medium	74.31	32		

- In the fit test with one respirator (N95), the small category showed a higher pass rate than the medium category, but there was no significant difference ($P=0.404$). (Table 3)

Table 3. N95 Pass/Fail rate by face size

Face size	N	N(%)		P-value
		Pass	Fail	
Small	16	7 (43.75)	9 (56.25)	0.404
Medium	32	10 (31.25)	22 (68.75)	

IV. Conclusion

- The experimental respirator available in one size had a higher FF for the small faces than for the medium faces.
- The results of this study showed that wearing a respirator with the right face size is essential to prevent various infectious diseases.
- A Korean face panel that can replace the NIOSH panel should be developed to study the adhesion.

Correlation of fit factor in two inspections devices according to differences in method

Sua Shim, Hoyeong Jang, Huiju Kim, , Hyekyung Seo*

College of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University

I. Background

- In South Korea, many individuals complain of leakage as wearing a mask has become mandatory owing to the corona virus 2019 (COVID-19) pandemic.
- The International Standards Organization(ISO) recommends that workers undergo a fit test to minimize leakage. In this study, the correlation of the fit factor (FF) was studied using different condensation nuclei counter (CNC) and optical particle counter (OPC) methods

II. Methods

- A total of 50 university students (25 males and 25 females) regardless of age, excluding those with lung diseases who could not wear masks, underwent a fit test using Portacount Pro+®(model 8038, TSI, U.S) (CNC method) and MT® (model 05U, SIBATA, Japan) (OPC method).



Fig 1. Portacount Pro+(model 8038, TSI, U.S)



Fig 2. Portacount Pro+(model 8038, TSI, U.S)

- For the participants mask, a total of three masks were used:

A full facepiece (6800 full facepiece reusable respirator 6800, 3M, USA), half facepiece (half facepiece 7502, 3M, USA), and N95 mask (Dobu 201 N95, Dobu Life Tech Co., Ltd.) were used.



Fig 3. Full Facepiece Reusable Respirator 6800-Medium, 3M



Fig 4. Half Facepiece 7502 Silicone-Medium, 3M



Fig 5. DOBU MASK 201 N95, DOBU LIFE TECH Co., Ltd.

- A probe plugged into the respirator was connected to a Teflon tube in a Y-shape, and FF was calculated using both CNC and OPC methods. The correlation between the two devices was analyzed using interclass correlation coefficient (ICCs).



Fig 6. Fit tester connected Y-shaped Teflon tube



Fig 7. Fit test

III. Results

- The level of agreement between the CNC and OPC methods was high for the full and half facepieces. (half facepiece ICCs=0.88).

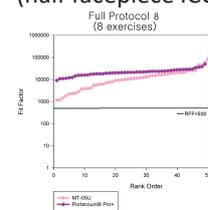


Table 1. Full face mask protocol 8

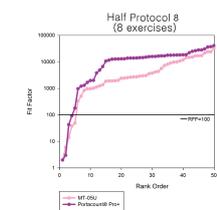


Table 2. Half face mask protocol 8

- In contrast, for the N95 mask, the level of agreement between the two methods was low compared with that for the full and half facepieces. (Protocol 8 ICCs=0.76/Protocol 4 ICCs=0.65).

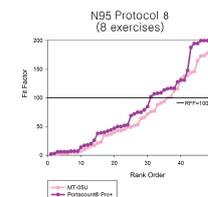


Table 3. N95 mask protocol 8

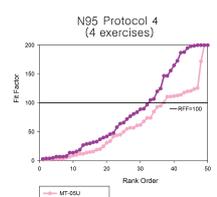


Table 4. N95 mask protocol 4

- Looking at the graphs of all masks showing FF values, it can be seen that the OPC method devices have lower FF values than CNC method devices, which can be attributed to the difference between the CNC method and OPC method coefficient methods.

IV. Conclusion

- According to the results of this study, the adhesion test of the N95 mask showed that the correlation coefficient ICC value indicating the reliability between the two measuring devices was 0.76 for protocol 8 and 0.65 for protocol 4.
- Therefore, it seems necessary to discuss whether protocol 8 and protocol 4 differ according to the method of the device.

Changes in filtration efficiency according to mask wearing time

SungWook Park, Hoyeong Jang, Huiju Kim, Sua Shim, YOUNG-IL KWON, Hyekyung Seo*

College of Biomedical Laboratory Science, Shinhan University

I. Background

- Mask wearing has become mandatory owing to the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic. To prevent the spread of COVID-19, quarantine authorities recommend wearing health-care face masks (N95, KF94, and KF80) rather than dental or cotton masks.
- Talking during work causes to increased secretion of saliva and airflow. As a result, the filtration efficiency would subsequently decrease from 95.4%.
- Therefore, this study assessed changes in the filtration efficiency of masks according to increasing in mask wearing time

II. Methods



Figure 1. Filtration Efficiency Filter tester 8130A, TSI, USA



Figure 2. Using Mask (Office)

- A total of 45 participants were recruited from the general public workers in multiple facilities, school environments, and office environments without age and sex restrictions.
- KF94 (Dobu Life Tech Co., Ltd.) was used in this study, and filtration efficiency was measured after wearing three masks provided at work for 2, 4, and 6 h (Figure 2).
- The filter tester (8130A, TSI, USA) using NaCl(0.4 μL) was used to measure changes of filtration efficiency according to the wearing time.
- Analysis of variance (ANOVA) was conducted to assess changes in filter efficiency over time.

III. Results

	2 hr	4 hr	6 hr	p-Value
Office	96.2	96.6	95.7	0.801
Multiple	96.6	97.3	96.6	
School	98.8	97.7	97.9	

Table 1. Change of statistical value of filter efficiency according to each time

- When looking at time-dependent values, no statistically significant changes were observed ($p > 0.05$, Table 1).



Figure 3. Change of dust collection efficiency value according to each time

- There was no changes in the measured values in the office, multiple facilities or school environment (Figure 3).

IV. Conclusion

- After usage, the filtration efficiency slightly increased, which may have been due to the clogging effects.
- All masks used in this study maintained the filtration efficiency above the certification regulations.
- When the numerical values were checked, it was confirmed that there was no change in the mask filter performance with the lapse of wearing time.
- Therefore, more follow-up studies considering several variables are needed.

Survival of *Staphylococcus aureus* and murine coronavirus on face mask surfaces

Cheonghoon Lee^{1,2}, Sueun Choi¹, Doseon Choi¹, Sung Jae Jang¹,
SungJun Park^{1,3}, Yeram Yang¹, Kiyoung Lee^{1,2}, GwangPyo Ko^{1,2,3}, and Chungsik Yoon^{1,2,*}

¹ Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

² Institute of Health and Environment, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

³ N-Bio, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

ABSTRACT

Airborne pathogens contaminate surfaces of face masks via various transmission routes, including close-contact, droplet, and aerosol, which may serve as the fomite for pathogens. In this study, we investigated survival of *Staphylococcus aureus* and murine coronavirus, the major SARS-CoV-2 surrogate, on face mask surfaces under various combinations of temperature (10°C, 20°C, and 30°C) and relative humidity (RH; 20% and 80%). First, *S. aureus* or murine coronavirus were inoculated onto test coupons (5 × 5 cm), which were prepared using outer layer materials and meltblown filter materials of two non-medical face masks (Korea Filter 94 and surgical) or two control fibers which were composed of cotton and nylon. Microorganisms were recovered from coupons in various time points (0, 1, 3, 12, 24, and 72 h) and quantified by plate counting for *S. aureus* or plaque assay for murine coronavirus. Our results indicated that RH is the primary factor for survival of microorganisms on coupons. Over 1.5-log reduction of both microorganisms on most of coupons was occurred within 24 h in the high RH condition (80%) with various temperature conditions. Types of test materials did not affect survival of test microorganisms significantly. We also analyzed survival data using the linear model and the Weibull model and confirmed that the Weibull model is suitable to predict survival of both microorganisms in terms of goodness of fit. Our results suggest that pathogens may remain on surfaces of face masks in the long-term with the low RH condition. Therefore, storing face masks over 24 h in high RH condition could be the effective method for controlling additional transmission of pathogens before disposal.

INTRODUCTION

- Face mask is recommended as the effective measure for preventing airborne infection via aerosols contaminated with pathogens.
- **Surfaces of face masks** can be contaminated with airborne pathogens via droplets or aerosols, which may serve as major fomites.
- We investigated i) survival of *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) and murine coronavirus, the major SARS-CoV-2 surrogate, on face mask surfaces under various temperature and relative humidity (RH) conditions and suggested ii) the best mathematical model for predicting survival of test microorganisms.

MATERIALS AND METHODS

- Methods: Standard methods (ISO20743 and KS K 0693) with modification
- Coupons (5 cm × 5 cm) (n=3)
- **Outer layers (surfaces) and meltblown filters:** KF94 (Dobu Life Tech) and surgical (Yuhan-Kimberly) masks
- **Control fiber materials:** cotton and nylon
- Microorganisms: *S. aureus* (ATCC 6538), murine coronavirus (ATCC VR-764)
- Test conditions (temperature and RH): 6 combinations (10°C, 20%; 20°C, 20%; 30°C, 20%; 10°C, 80%; 20°C, 80%; 30°C, 80%)
- Time points: 0 h, 1 h, 3 h, 12 h, 24 h, 72 h
- Test procedure (Fig. 1)

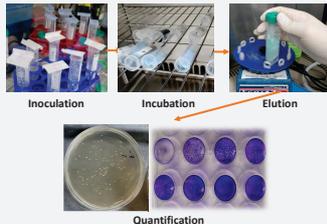


Fig. 1 The experimental flow of this study.

- Applied mathematical models
 - Linear model
 - Weibull model
- Survival data analysis: Prism 9 (GraphPad Software) R software (R Core Team, 2021)

DISCUSSION & CONCLUSIONS

- **RH is the primary environmental factor** for survival of test microorganisms on face mask surfaces.
- **Types of test materials did not affect survival of test microorganisms significantly.** However, further study using other pathogens should be performed for sufficient understanding.
- The **non-linear Weibull distribution** showed better prediction for survival of pathogens on face mask surfaces.
- **Storing face masks over 24 h in high RH condition could be effective to control additional transmission of pathogens from face masks before disposal.**

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by Seoul National University (grant No. 900-20210029) and the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (BK21 FOUR 519990214126).

RESULTS

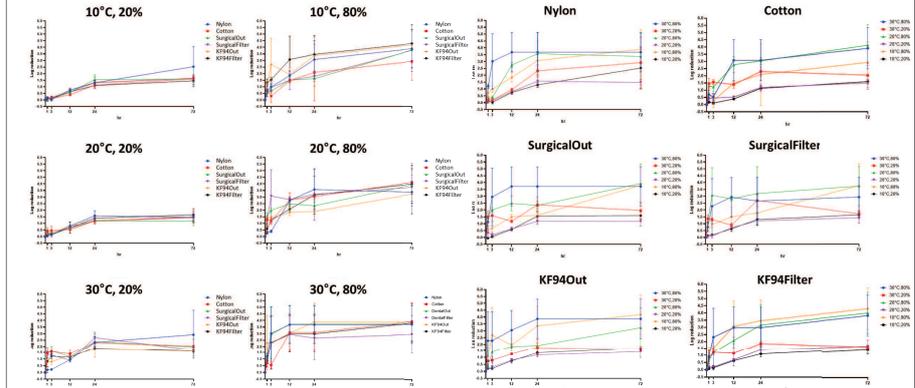


Fig 2. Survival of *S. aureus* on test coupon materials under various combinations of temperature and RH. Six types of test materials were applied (Abb. SurgicalOut: outer layer of surgical face mask, SurgicalFilter: meltblown filter of surgical face mask, KF94Out: outer layer of KF94 face mask, KF94Filter: meltblown filter of KF94 face mask). Error bars indicate standard deviations.

Fig 3. Survival of *S. aureus* on various types of test coupon materials. Six combinations of temperature and RH conditions were applied. Error bars indicate standard deviations. See Fig. 2 for abbreviation of test materials.

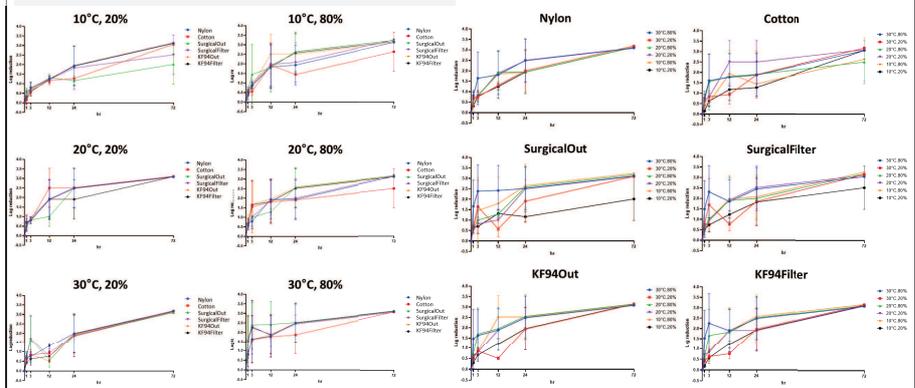


Fig 4. Survival of murine coronavirus on test coupon materials under various combinations of temperature and RH. Six types of test materials were applied. Error bars indicate standard deviations. See Fig. 2 for abbreviation of test materials.

Fig 5. Survival of murine coronavirus on various types of test coupon materials. Six combinations of temperature and RH conditions were applied. Error bars indicate standard deviations. See Fig. 2 for abbreviation of test materials.

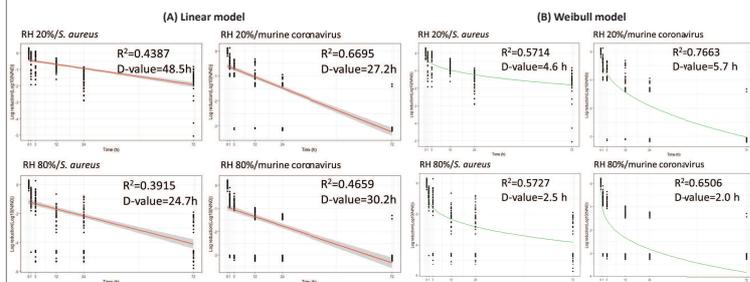


Fig 6 Survival predictions for test microorganisms under different RH conditions using two mathematical models. D-values indicate the time (hour) when 90% reduction of test microorganism was occurred.

REFERENCES

1. International Organization for Standardization. (2013). Textiles — Determination of antibacterial activity of textile products. ISO 20743:2013.
2. Kim, S. J., Si, J., Lee, J. E., & Ko, G. (2012). Temperature and humidity influences on inactivation kinetics of enteric viruses on surfaces. *Environmental science & technology*, 46(24), 13303-13310.
3. Korea Industrial Standards Commission. (2016). Test method for antibacterial activity of textile materials. KS K 0693:2016.
4. Lee, S. J., Si, J., Yun, H. S., & Ko, G. (2015). Effect of temperature and relative humidity on the survival of foodborne viruses during food storage. *Applied and environmental microbiology*, 81(6), 2075-2081.
5. R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.



Ambient aerosol 수에 따른 OPC 와 CNC 간 마스크 밀착 성능비교

장호영, 심수아, 김희주, 박성욱, 서혜경*

신한대학교 일반대학원, 신한대학교 바이오생태보건대학

I. BACKGROUND

- 환자의 기침, 재채기, 대화 등으로 노출된 직경 5 μm 이상 큰 비말 및 5 μm 이하에 어로졸화된 작은 비말이 보건의료종사자(Health Care Workers, HCWs)에게 전파될 수 있다.
- 바이오 에어로졸은 HCWs의 건강 및 생명을 위협할 수 있으므로 N95 마스크 등을 사용하여 호흡기를 보호하고 있다.
- 의료인들이 착용한 마스크 경우 밀착에 따라 병원체 감염 위험이 달라질 수 있다.
- 밀착도를 확인하는 측정 장비 및 검사 방법 그리고 결과값 해석에 대한 명확한 기준 등이 제시되어 있지 않으므로 현장에서는 여러 방법이 진행되고 있는 실정이다.
- 따라서 본 연구는 밀착도 시험에 자주 사용하고 있는 원리가 서로 다른 두 장비(그림 1)를 선정하고 수집된 외부 입자수와 밀착성능 상관성을 평가하기로 하였다.

II. METHODS

- 국내 소재 대학에 공고문을 게시하여 남녀 각 25명씩 총 50명을 모집하였다(표 1).
- NIOSH의 마스크 기준 규격을 만족한 안면부 여과식 N95 인증 제품(DOBU MASK 201 N95, DOBU LIFE TECH Co., Ltd. Korea)을 사용하였다(그림 1).
- 29 CFR 1910. 134. Appendix A에 명시된 시험 방법으로 4가지 동작을 수행하도록 하였으며 이때 소요되는 시간은 총 2분 29초였다.
- 총 밀착계수(Overall Fit Factor) 값이 100 이상일 경우 밀착이 잘된 것으로 한다.
- OPC(Optical Particle Counting) 방식 측정기인 일본 SIBATA 사 MT 시리즈는 공기 중 건조된 입자에 레이저를 발사하여 입자 크기가 0.3 μm 혹은 0.5 μm 이상의 비교적 큰 입자의 산란광을 계수하는 원리이다(그림 1).
- CNC(Condensation Nuclear Counting) 방식 측정기인 미국 TSI사 Portacount 시리즈는 공기 중에 존재하는 입자 핵에 이소프로필 알코올을 증발시켜 증기가 입자 핵에 달라붙으면서 응결이 일어나게 되는데 커진 입자를 광도계가 인식하여 계수하는 원리이다. 따라서 광도계가 인식하기 어려운 입자인 0.02~1 μm 범위의 총입자를 계수 가능하다(그림 1).
- 따라서 두 시험 장비는 공기 중 입자를 계수하는 것은 동일하지만 측정 방식에서 차이가 있다. 우리나라 의기관에서 N95 마스크 밀착정도를 측정할 경우 이 두 장비를 주로 사용하고 있으므로 외부입자(ambient aerosol) 수에 따른 밀착성능을 비교하였다.
- 자료분석은 SPSS system ver.20(IBM SPSS Inc USA)을 사용하였다.
- 이 연구는 기관생명윤리위원회 심의(IRB: INJE 20 21-04-017-003)를 통과하였다.

Figure 1. Materials

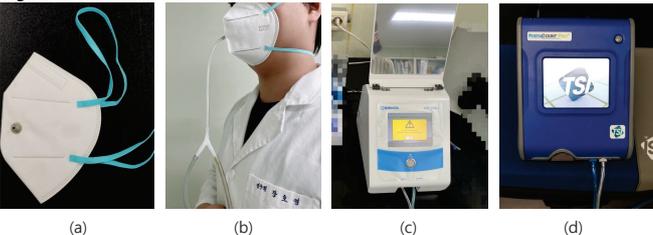


Table 1. General characteristics of study participants

Classification(N=50)		N(%)*
Gender	Male	25(50.0)
	Female	25(50.0)
Age	20>	1(2.0)
	20≤	45(90.0)
	30≤	4(8.0)

*: Number of participants(%)

III. RESULT

Table 2. Comparison of two instruments

	Fit Factor		Ambient aerosol number(#)	
	CNC	OPC	CNC	OPC
Mean	85.2	69.7	1370.0	1320.2
Std. Deviation	69.7	53.7	622.6	831.8
Median	69.0	52.5	1151.0	1040.5
95 % CI	65.3-105.5	46.3-76.6	1214.4-1549.0	1083.7-1565.7
P-value*	0.06		0.73	
ICCs*	0.82		0.79	

*P-value was calculated by t-test(Levens')¹ ICCs: Intraclass Correlation Coefficient(p>0.05)
N=50(CNC & OPC each)

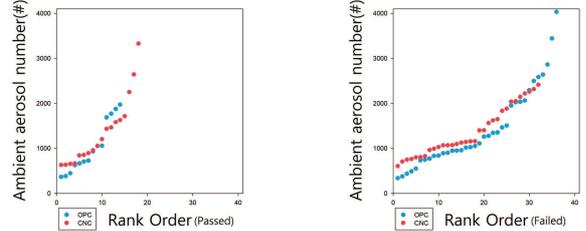
- 밀착도검사 시 측정된 두 장비 간 외부입자(ambient aerosol)수(p=0.73)와 밀착계수(p=0.06)의 경우 통계적 차이가 없었다(표 2).
- 외부 입자수에 대한 장비 간 신뢰도를 급내상관계수(ICC)로 분석한 결과 각각 0.82 및 0.79로 높은 일관성 (consistency)을 나타냈다(표 2).

Table 3. Correlation between Fit Factor and ambient aerosol number

	Fit Factor	Pass mean(SD)	r ^s	Fail mean(SD)	r ^s
		CNC	167.3(34.6)	-0.04	39.1(30.1)
OPC	Ambient aerosol	1360.8(752.8)		1375.2(549.5)	
	Fit Factor	131.6(33.2)	0.47	33.6(29.3)	-0.19
	Ambient aerosol	1021.7(574.0)		1436.3(892.6)	

^sPearson correlation coefficient of between Fit Factor and ambient aerosol(#)
N=50(CNC & OPC each)

Figure 2. Materials



- 밀착계수(Fit Factor)와 시험환경 내 입자 간 상관성을 분석한 결과 OPC 장비로 성공한 경우 유의한 상관성(correlation coefficient=0.47)을 보였다(표 3).
- CNC의 경우 입자수에 따른 영향은 없으나 OPC 장비는 시험환경 내 입자 수가 높았던 구간에서 성공사례가 적었다(그림 2).

Table 4. Comparison of CNC, and OPC based on ambient aerosol

	CNC		OPC	
	Pass	Fail	Pass	Fail
min	635.0	609.0	368.0	343.0
max	3332.0	2418.0	1976.0	4036.0
median	1134.0	1151.0	833.0	1083.5
95 % CI	635.0-2646.0	674.0-2353.7	368.0-1877.0	373.6-3535.4
N(%)	18(36%)	32(64%)	14(28%)	36(72%)

Ambient aerosol(#)
N=50(CNC & OPC each)

- OPC 장비로 성공한 입자 구간은 368-1976 particles 이며 중앙값(median)은 833으로 대부분 2000 particles 이하에서 성공하였다(표 4).

IV. CONCLUSION

- 동일 장소에서 측정된 두 장비의 밀착성능은 같지 않았지만 장비간 비교에서 신뢰성이 있었다.
- CNC 장비의 밀착시험 성공율은 OPC 보다 높았고 밀착계수도 높았으며 시험환경 입자수에 따라 밀착성능은 영향을 받지 않았다.
- OPC 장비로 밀착시험에 성공한 경우 시험환경 입자수와 상관있는 것으로 분석되었다.
- 입자 크기에 대한 상관성은 확인되지 않았으므로 바이오에어로졸과 같이 작은 입자에 노출되는 의료환경에서 자주 사용되는 두 장비에 대한 후속 연구가 필요하다.